

Kgs Ahmadi¹⁾ dan Teti Estiasih²⁾

1)Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang

2)Unversitas Brawijaya Malang

ABSTRAK

Distilat Asam Lemak Minyak Sawit (DALMS) merupakan hasil samping pengolahan minyak sawit dan dihasilkan pada tahap deodorisasi. Komposisi utama distilat asam lemak minyak sawit adalah asam lemak bebas, produk-produk hasil oksidasi dan senyawa-senyawa, sedangkan komponen-komponen minor seperti tokoferol dan tokotrienol (vitamin E) 1%, fitosterol 0,99%, dan skualen 1,03%.

Proses kristalisasi dilakukan pada fraksi tidak tersabunkan dari distilat asam lemak minyak sawit menggunakan heksan pada suhu -10°C, rasio pelarut (5,89:1), dan lama kristalisasi 22,52 jam. Terdapat dua fraksi, yaitu fraksi cair mengandung tokoferol dan tokotrienol (vitamin E), sedangkan fraksi kristal banyak mengandung fitosterol. Kristal direkristalisasi menggunakan suhu 0, 5, dan 10°C dan rasio fraksi tidak tersabunkan (6:1, 8:1, dan 10:1). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang disusun secara faktorial.

Hasil penelitian menunjukkan hasil kristalisasi menghasilkan vitamin E dengan kadar 33,88% (26,99% δ tokotrienol, 17,91% α tokotrienol, 10,83 γ tokotrienol, dan 42,27% α tokoferol). Proses rekristalisasi dari fraksi kristal pada suhu 0°C dan rasio fraksi tidak tersabunkan : heksan (6:1) menghasilkan fitosterol sebesar 13,33%, rendemen kristal sebesar 72,88%.

Kata kunci: Kristalisasi, vitamin E, fitosterol, distilat asam lemak minyak sawit

ABSTRACT

Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) is a by-product of physical refining of CPO (Crude Palm Oil) in deodorization process. The major components of PFAD are free fatty acids, vitamin E (1%), sterol (0.99%), squalene (1.03), oxidation products, and volatile compounds that affected odor. This research studied the method for obtaining phytosterol by solvent recrystallization by using hexane. The elucidated factors were that ratio of solvent to crystal fraction (6:1, 8:1, dan 10:1) and crystallization temperature (0, 5, dan 10°C). The experiment was conducted in factorial completely randomized design.

The research showed that Crystallization Process return of Vitamin about E 33.88% (26.99% δ tocotrienol, 17.91% α tocotrienol, 10.83% γ tocotrienol, and 42.27% α tocopherol) while solvent recrystallization using hexane with ratio of solvent to crystal fraction of 6:1 insignificant and recrystallization temperature of 0°C gave the best result. The characteristics of phytosterol were phytosterol concentration of 13.33% and yield of crystal 72.88%.

Keywords: Crystalization, vitamin E, phytosterol, palm fatty acids distillate

PENDAHULUAN

Distilat asam lemak minyak sawit (DALMS) merupakan hasil samping pemurnian minyak sawit secara fisik pada tahapan deodorisasi. Jumlah DALMS yang dihasilkan dalam pemurnian minyak sawit berkisar antara 3-5% (Basiron, 2005). Fitosterol dan vitamin E (tokoferol dan tokotrienol) terdapat pada fraksi tidak tersabunkan dari *distillate deodorizer* (Khatoon *et al.*, 2010). Distilat ini mengandung asam lemak sebagai komponen utama, dan mempunyai kadar tokoferol (5-15%) dan fitosterol (8-20%) yang cukup signifikan. Fitosterol terdiri dari kampesterol, stigmasterol, β sitosterol, dan brasikasterol, serta bentuk fitostanol yang merupakan

bentuk jenuh dari fitosterol (Cantrill, 2008). Fitosterol pada minyak sawit terdiri dari kampesterol (13%), β sitosterol (60%), stigmasterol (24%), dan kolesterol (3%) (Loganathan *et al.*, 2009).

Teknik yang telah dikembangkan pada proses pembuatan konsentrat vitamin E dari minyak nabati meliputi metilasi kimia, distilasi molekuler, dan fraksinasi etanol (Nagao *et al.*, 2004), adsorpsi dengan adsorben (Penulis/Ahmadi, 1997; Chu *et al.*, 2004; Chu *et al.*, 2005; Wan *et al.*, 2008), ekstraksi dengan cairan superkritis (Ibanez *et al.*, 2002), enzimatis dan distilasi molekuler (Watanabe *et al.*, 2004), serta kombinasi distilasi, saponifikasi, dan winterisasi (Lewis, 2001). Teknik-teknik tersebut rumit dan umumnya melibatkan suhu tinggi. Isomer vitamin E sangat peka terhadap suhu, cahaya dan oksigen (Park *et al.*, 2007). Oleh karena itu perlu dikembangkan teknik pembuatan konsentrat vitamin E kaya tokotrienol dari DALMS yang sederhana dan aplikatif menggunakan suhu rendah.

Fitosterol dari fraksi tidak tersabunkan DALMS seperti sterol dan hidrokarbon pada suhu tertentu mengkristal sehingga dapat dipisahkan dengan vitamin E. Menurut Gapoor *et al.* (2002) fitosterol dapat dipisahkan dari fraksi lain dalam DALMS melalui teknik kristalisasi. Demikian pula teknik ini dapat digunakan untuk memisahkan vitamin E dengan fitosterol. Tokotrienol dengan tokoferol dapat dipisahkan dengan cara manipulasi suhu kristalisasi karena keduanya mempunyai perbedaan titik beku.

Keunggulan kristalisasi pelarut adalah penggunaan suhu rendah dan mudah diaplikasikan dengan peralatan sederhana. Oleh karena itu adalah penting untuk mengembangkan teknik pembuatan konsentrat vitamin E kaya tokotrienol dengan teknik kristalisasi pelarut suhu rendah. Vitamin E terkandung dalam fraksi cair sementara fitosterol dalam fraksi kristal.

METODOLOGI

Kristalisasi suhu rendah

Kristalisasi dilakukan menggunakan kondisi optimum untuk menghasilkan vitamin E kaya tokotrienol yaitu suhu -10°C , rasio pelarut:fraksi tidak tersabunkan 5,89:1, dan waktu 22,52 jam menggunakan pelarut heksana (Ahmadi, 2010). Kristal yang dihasilkan dari kristalisasi selanjutnya digunakan untuk menghasilkan fraksi kaya fitosterol.

Rekristalisasi kristal

Sebanyak 5 g kristal yang dihasilkan dari proses kristalisasi selanjutnya dilarutkan dalam pelarut heksana dengan rasio pelarut:kristal 6:1, 8:1, dan 10:1.

Suhu rekristalisasi yang digunakan 0, 5, dan 10°C. Setelah 72 jam, fase kristal dipisahkan dari filtrat dengan cara penyaringan. Pelarut yang tersisa dalam kristal diuapkan dengan menggunakan gas Nitrogen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik DALMS

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah Distilat Asam Lemak Minyak Sawit (DALMS). DALMS merupakan hasil samping proses pemurnian minyak sawit secara fisik (*physical refining*). Komponen utama dalam DALMS adalah asam lemak bebas, dan DALMS mengandung komponen minor yang menguap pada proses deodorisasi. Menurut Hoed *et al.* (2006), proses pemurnian secara fisik menyebabkan fitosterol dan tokotrienol teruapkan dan terkonsentrasi dalam distilat *deodorizer*.

Distilat asam lemak minyak sawit yang akan digunakan pada kristalisasi pelarut suhu terlebih dahulu dilakukan saponifikasi. Fraksi tidak tersabunkan DALMS selanjutnya diambil untuk digunakan pada tahapan kristalisasi pelarut suhu rendah. Hasil analisis karakteristik fraksi tidak tersabunkan dapat dilihat pada Tabel 2.

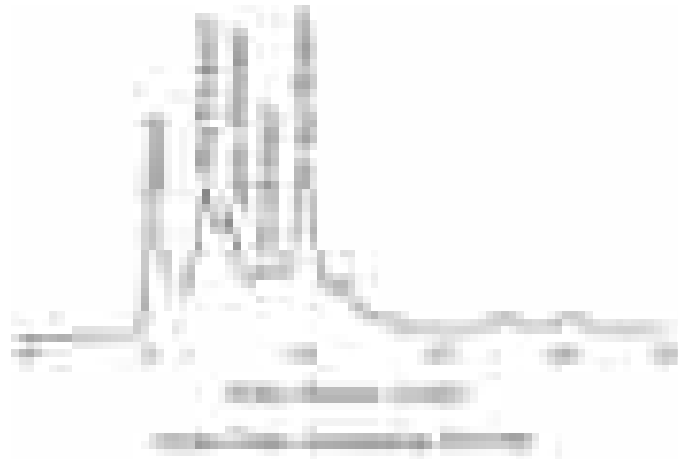
Tabel 2. Karakteristik fraksi tidak tersabunkan DALMS

No.	Karakteristik	Besaran
1.	Kadar asam lemak bebas (%)	7,99
2.	Bilangan peroksida (mek/kg)	0,22
3.	Aktivitas antioksidan (%)	81,51
4.	Kadar total vitamin E (g/100 g)	12,087
	α tokoferol (g/100 g)	4,047
	α tokotrienol (g/100 g)	2,124
	δ tokotrienol (g/100 g)	3,512
	γ tokotrienol (g/100 g)	2,404
	Total tokotrienol (g/100 g)	8,040
5.	Rendemen (%)	3,75

Bila dibandingkan DALMS dengan fraksi tidak tersabunkan dari DALMS, kadar asam lemak bebas yang menurun signifikan yaitu dari 95,75% menjadi 7,99%. Reaksi KOH dengan asam lemak bebas menghasilkan sabun sehingga mudah dipisahkan dari fraksi tidak tersabunkan. Hal ini menyebabkan jumlah asam lemak bebas pada fraksi tidak tersabunkan menjadi sangat menurun.

Proses saponifikasi menghasilkan fraksi tidak tersabunkan. Menurut Mitei *et al.* (2009), komponen terbesar dari fraksi tidak tersabunkan adalah fitosterol dan vitamin

E. Jenis-jenis vitamin E yang terdapat pada fraksi tidak tersabunkan DALMS dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 1. Komposisi vitamin E fraksi tidak tersabunkan dan DALMS adalah sama. Tokotrienol mempunyai kadar yang lebih tinggi dibandingkan tokoferol. Peningkatan kadar vitamin E fraksi tidak tersabunkan dari DALMS adalah 26,86 kali, yaitu dari 0,45 g/100 g pada DALMS menjadi 12,87 g/100 g pada fraksi tidak tersabunkan DALMS. Komponen lain yang ada dalam fraksi tidak tersabunkan DALMS selain asam lemak bebas (Tabel 8) adalah fitosterol, hidrokarbon, dan lilin (Hodgson, 1995).



Gambar 1. Kromatogram fraksi tidak tersabunkan DALMS

Aktivitas antioksidan fraksi tidak tersabunkan cukup tinggi yaitu 81,51%. Hal ini menunjukkan fraksi tidak tersabunkan dari DALMS mengandung antioksidan yang cukup tinggi. DALMS mengandung asam lemak bebas, aldehida dan keton, pigmen karotenoid terdegradasi, sterol, hidrokarbon, tokoferol, dan tokotrienol (Hui, 1992). Komponen lain dalam DALMS adalah komponen hasil degradasi seperti alkena (dari asam lemak atau gliserida), hidrokarbon aromatis (dari karoten), dan hidrokarbon diterpena (dari tokotrienol) Proses saponifikasi menghasilkan fraksi tidak tersabunkan yang terdiri dari aldehida dan keton, karotenoid, sterol, hidrokarbon, tokoferol dan tokotrienol. Menurut Hodgson (1995), proses penyabunan menyebabkan asam lemak dan gliserida tersabunkan. Komponen lain yang tidak tersabunkan adalah vitamin E, lilin, hidrokarbon, dan sterol. Sterol dalam minyak sawit terdiri dari kampesterol, stigmasterol, dan β sitosterol. Menurut Bradford dan Awad (2007), sterol dari minyak sawit bersifat sebagai antikanker.

1. Karakteristik vitamin E pada kondisi optimum

Verikasi pada kondisi optimum perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik setelah dilakukan kristalisasi. Kristalisasi fraksi tidak tersabunkan DALMS dilakukan pada kondisi optimum yaitu nisbah pelarut:fraksi tidak tersabunkan 5,89:1, suhu kristalisasi -9,7°C, dan lama kristalisasi 22,52 jam dengan kadar tokotrienol dalam fraksi kaya tokotrienol 22,297 g/100 g. Hasil pengamatan parameter pada kondisi optimum aktual disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik konsentrat fraksi kaya tokotrienol pada kondisi optimum

Karakteristik	Besaran
Kadar tokotrienol (g/100 g)	21,813
Komposisi tokotrienol	
• δ tokotrienol (%)	45,835
• γ tokotrienol (%)	31,550
• α tokotrienol (%)	22,615
α tokoferol (g/100g)	14,563
Aktivitas antioksidan (%)	94,07
Bilangan peroksida (mek/kg)	0,86
Asam lemak bebas (%)	0,0913
Rendemen (%)	49,32

Kadar tokotrienol dalam fraksi kaya tokotrienol yang diperoleh pada kondisi optimum secara faktual sebesar 21,813 g/100 g sementara berdasarkan perhitungan sebesar 22,297 g/100 g, terdapat selisih 0,484 g/100 g. Bila dibandingkan dengan fraksi tidak tersabunkan maka terjadi pengayaan sebesar 1,805 kali. Peningkatan pengayaan ini karena pada kondisi optimum laju pembentukan kristal berjalan optimum yang merupakan senyawa pengotor (*impurities*) pada fraksi tidak tersabunkan DALMS. Komposisi tokotrienol dari konsentrat fraksi kaya tokotrienol terdiri dari 45,835% δ tokotrienol, 31,550% γ tokotrienol, dan 22,615% α tokotrienol. Menurut Puah *et al.* (2007), komposisi vitamin E minyak sawit selama proses pemurnian adalah α tokoferol (14–17%), α tokotrienol (22–24%), γ tokotrienol (49–53%), δ tokotrienol (6–7%) dan α -tokomonoenol (3%).

Rossi *et al.* (2001) sebelumnya menyatakan bahwa total tokoferol dalam minyak sawit kasar adalah 1000 mg/kg, dengan γ tokotrienol sebagai komponen tokol utama diikuti oleh α tokoferol, α tokotrienol dan δ tokotrienol. Kadar tokoferol meningkat setelah pemucatan dengan asam. Perlakuan pemucatan dan pemurnian secara fisik mengubah proporsi komponen vitamin E, yaitu meningkatkan kadar α tokotrienol dalam minyak sawit murni. Selama proses pemurnian alkali vitamin E teruapkan dan kadarnya dalam minyak sawit murni menurun menjadi 356-630 mg/kg.

Aktivitas antioksidan pada fraksi kaya tokotrienol fraksi kaya tokotrienol tinggi, yaitu sebesar 94,07%. Aktivitas antioksidan yang tinggi ini berhubungan kadar fraksi kaya tokotrienol yang tinggi. Tokotrienol bersama-sama tokoferol pada fraksi kaya tokotrienol bersifat sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan pada fraksi tidak tersabunkan sebesar 81,51% sedangkan konsentrat yang dihasilkan setelah kristalisasi pada kondisi optimum meningkat menjadi 94,07%. Peningkatan aktivitas antioksidan ini disebabkan karena meningkatnya kemurnian setelah melalui proses kristalisasi.

2. Ekstraksi fitosterol dari kristal fraksi tidak tersabunkan DALMS

Kadar fitosterol merupakan parameter utama yang menentukan proses pengayaan fitosterol dengan rekristalisasi. Kristalisasi adalah proses yang sederhana dan suhu rendah yang dapat melindungi fitosterol dari kerusakan. Minyak sawit mengandung 3 jenis fitosterol, yaitu; kampesterol, stigmasterol, dan β -sitosterol. Demikian dalam distilat asam lemak minyak sawit masih mengandung ketiga jenis fitosterol tersebut. Kadar fitosterol ini pada kristal yang terbentuk berbeda-beda menurut perlakuan yang diberikan (Tabel 3). Kristal yang terbentuk mempunyai warna putih kekuningan.

Suhu rekristalisasi berpengaruh terhadap kadar fitosterol dalam kristal (Gambar 1), suhu 0°C menunjukkan kadar paling tinggi (13,33%) dibandingkan suhu 5°C (8,20%), dan suhu 10°C (9,28%). Rasio pelarut:kristal dan interaksi suhu rekristalisasi dan rasio pelarut:kristal tidak menunjukkan perbedaan pengaruh secara nyata.

Tabel 3. Kadar fitosterol pada fraksi kaya fitosterol pada berbagai rasio pelarut:kristal dan suhu rekristalisasi

Perlakuan		Rasio			Rata-rata
		6:1	8:1	10:1	
Suhu	0°C	10,86	11,23	17,90	13,33 a
	5°C	7,02	9,26	8,33	8,20 b
	10°C	9,16	8,45	10,22	9,28 b
Rata-rata		9,01	9,64	12,15	

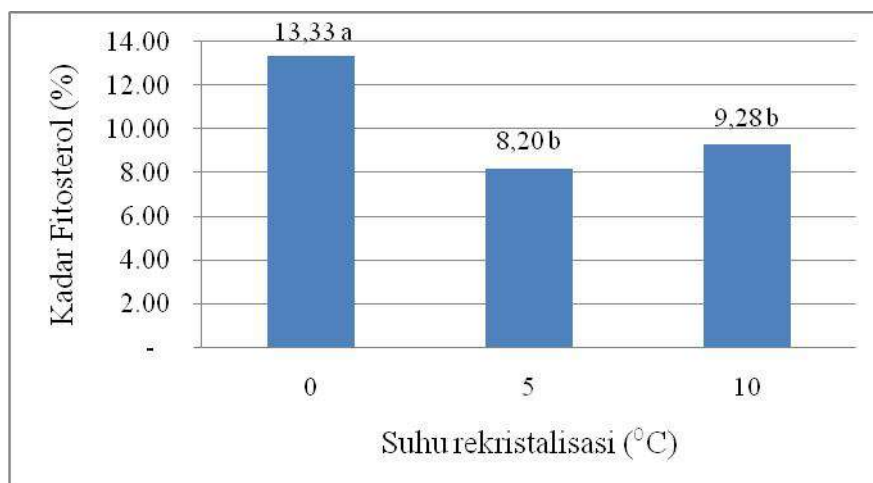
Angka yang diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada DMRT 5%

Peningkatan rasio pelarut:kristal cenderung meningkatkan kadar fitosterol pada fraksi kaya fitosterol atau fraksi kristal (Tabel 3). Peningkatan pelarut mengakibatkan viskositas sistem semakin rendah. Rasio pelarut:kristal merupakan parameter yang mempengaruhi viskositas larutan. Viskositas larutan pada proses

rekristalisasi pelarut mempengaruhi transfer massa dan transfer panas. Menurut Hartel (2001), pertumbuhan kristal dipengaruhi oleh pindah massa dan pindah panas. Pertumbuhan kristal berkaitan dengan viskositas cairan induk. Viskositas cairan dipengaruhi oleh rasio pelarut:kristal. Jika viskositas tinggi, pindah massa dari cairan induk ke inti kristal, dan pindah panas dari kristal ke sistem pendingin akan terhambat. Akibatnya ukuran kristal yang terbentuk tidak optimum sehingga proses separasi menjadi tidak sempurna.

Larutan yang encer akan mudah mentransfer massa dan panas/energi yang diambil dari bahan. Akan tetapi, jika viskositas terlalu encer akan menyulitkan proses rekoveri fraksi yang tidak mengkristal. Faktor yang mempengaruhi kadar fitosterol akibat perubahan rasio pelarut:kristal yang berbeda adalah viskositas sistem. Krishnamurthy dan Kellens (1995) menyatakan bahwa kemampuan sistem untuk memulai pembentukan inti kristal berbanding terbalik dengan besarnya viskositas. Pada rasio yang rendah diduga viskositas masih terlalu tinggi sehingga ruang gerak molekul terbatas yang menyebabkan proses pindah panas dan pindah massa akan terhambat. Akibatnya proses rekristalisasi komponen-komponen non fitosterol tidak dapat berlangsung dengan baik.

Kadar fitosterol yang tinggi pada kristal yang terbentuk setelah rekristalisasi diakibatkan akumulasi fitosterol pada fase kristal. Akumulasi tersebut akibat dari fitosterol mempunyai titik leleh yang tinggi, sehingga pada suhu rendah fitosterol cenderung berbentuk kristal. Menurut Vaikousi *et al.* (2007) titik leleh fitosterol berkisar antara 138 – 145°C.



Gambar 2. Kadar fitosterol pada suhu reksitalisasi berbeda

Suhu rendah 0°C menyebabkan terjadinya akumulasi fitosterol dalam kristal karena titik leleh fitosterol yang tinggi. Peningkatan suhu rekristalisasi 5°C dan 10°C menyebabkan kelarutan fitosterol meningkat dalam pelarut dan menyebabkan penurunan kadar fitosterol dalam kristal. Semakin rendah suhu, kecepatan pembentukan inti kristal akan semakin tinggi yang menyebabkan inti kristal banyak terbentuk (Hartel, 2001). Inti yang banyak memungkinkan pembentukan kristal yang kecil-kecil tetapi jumlahnya banyak. Hal ini menyebabkan transfer massa yang tinggi dari fase cair ke inti kristal pada proses pertumbuhan kristal.

Rasio pelarut:kristal menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap kadar fitosterol dalam kristal. Hal ini terjadi diduga karena rasio 6:1, 8:1, dan 10:1 telah mencapai kelarutan ideal sehingga tidak banyak mempengaruhi jumlah fitosterol yang membentuk kristal.

Dibandingkan dengan kadar fitosterol pada kristal awal sebesar 3,13% maka terjadi pengayaan yang cukup tinggi. Pada suhu 0°C maka tingkat pengayaan mencapai 4,26 kali, suhu 5°C tingkat pengayaan 2,62 kali, dan suhu 10°C tingkat pengayaan mencapai 2,96 kali pada kristal hasil rekristalisasi. Menurut Pan *et al.* (2005) fitosterol dalam distilat *deodorizer* minyak jarak dapat dipisahkan dari vitamin E dengan kristalisasi pada suhu -8°C.

Suhu rekristalisasi sangat menentukan keberhasilan pembentukan kristal. Laju pendinginan berkaitan dengan pembentukan inti kristal dan pertumbuhan kristal. Pendinginan yang cepat menyebabkan inti kristal banyak terbentuk dan laju pertumbuhan kristal lebih cepat. Laju pendinginan yang tinggi karena suhu yang rendah menyebabkan pindah panas cepat sehingga kristal cepat tumbuh (Hartel, 2001).

Suhu yang terlalu tinggi menyebabkan proses transfer panas dari sistem ke lingkungan tidak maksimum. Akibatnya inti kristal yang terbentuk terbatas, dan transfer massa pada inti kristal yang terbentuk menjadi terbatas pula akibat transfer energi yang belum maksimum. Kristal yang terbentuk menjadi belum maksimum sehingga senyawa fitosterol masih banyak yang terlarut didalam pelarut.

Sebaliknya suhu yang terlalu rendah menyebabkan pembentukan inti Kristal yang banyak. Inti kristal yang banyak pada proses pertumbuhannya memerlukan massa dari sistem. Transfer massa pada inti kristal menyebabkan pertumbuhan kristal. Selama pertumbuhan kristal, senyawa-senyawa dengan kelarutan rendah akibat berada dibawah titik lelehnya akan bermigrasi pada inti kristal dan mengkristal. Akibatnya pada suhu 0°C, fitosterol banyak yang mengkristal.

Kadar fitosterol pada fase cair menunjukkan jumlah yang lebih rendah dibandingkan dengan kadar pada kristal. Tabel 4 menyajikan rata-rata kadar fitosterol pada fase cair yang menunjukkan bahwa kecenderungan fitosterol adalah membentuk kristal pada suhu rendah.

Tabel 4. Kadar fitosterol pada fase cair dari proses rekristalisasi

Perlakuan	Rasio				
	6:1	8:1	10:1	Rata-rata	
Suhu	0°C	6,61	6,97	4,52	6,03
	5°C	4,40	2,10	3,19	3,23
	10°C	3,51	1,44	3,32	2,76
Rata-rata	4,84	3,50	3,68		

Kadar fitosterol pada fase cair atau filtrat lebih rendah dibandingkan fase kristal. Akan tetapi dalam fase cair tersebut masih terdapat fitosterol yang menunjukkan bahwa proses kristalisasi belum sempurna.

Jenis-jenis fitosterol yang terdapat pada fraksi kaya fitosterol dari DALMS pada berbagai rasio pelarut:kristal dan suhu kristalisasi dapat dilihat pada Tabel 5. Dari Tabel 5 terlihat bahwa jenis fitosterol yang dominan pada fraksi kaya fitosterol adalah β sitosterol, diikuti oleh kampesterol, dan stigmasterol. Masing-masing jenis fitosterol mempunyai sedikit perbedaan aktivitas biologis.

Tabel 5. Jenis-jenis fitosterol pada fraksi kaya fitosterol dari berbagai perlakuan rasio pelarut:kristal dan suhu rekristalisasi

Suhu (°C)	Rasio	Stigmasterol	Kampesterol	β Sitosterol	TotalFitosterol
0	6:1	1,83	2,52	6,5	10,85
	8:1	2,94	4,86	3,43	11,23
	10:1	4,84	2,63	10,45	17,92
5	6:1	2,06	5,96	0,31	8,33
	8:1	1,51	5,61	2,15	9,27
	10:1	1,62	3,94	2,78	8,34
10	6:1	1,38	1,74	6,05	9,17
	8:1	3,03	2,10	3,33	8,46
	10:1	2,36	2,79	5,15	10,3

Sterol nabati, terutama β sitosterol, mempunyai kemampuan menurunkan tekanan darah (Meijer, 1999), kolesterol darah, dan resiko penyakit jantung (Moreau *et al.*, 1999; Daguat, 2000). Fitosterol berperan sebagai senyawa antara pada sintesis sterol dan β sitosterol menunjukkan antiperadangan dan antitumor (Ling dan Jones, 1995), antioksidan dan antipolimerisasi pada minyak nabati (Wang *et al.*, 2002). Kadar β sitosterol yang mendominasi pada fraksi kaya fitosterol menguntungkan dilihat dari fungsinya sebagai senyawa bioaktif.

3. Rendemen (%)

Rendemen fraksi kaya fitosterol dihitung berdasarkan berat kristal dari kristalisasi pelarut suhu rendah yang pertama. Rendemen fraksi kaya fitosterol berupa kristal hasil rekristalisasi yang diperoleh menunjukkan bahwa suhu mempengaruhi jumlah rendemen yang diperoleh, sementara rasio pelarut:kristal, dan interaksi suhu dan rasio tidak menunjukkan pengaruh nyata Tabel 6).

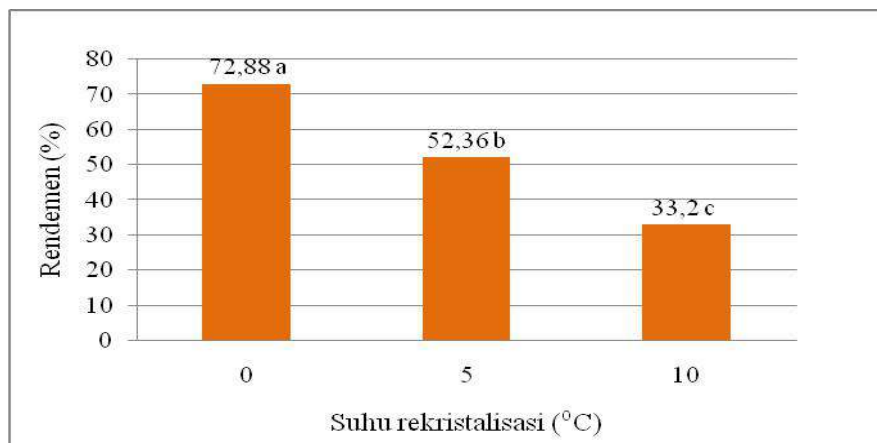
Suhu 0°C menghasilkan rendemen tertinggi sebesar 72,88%, sementara suhu 5°C menghasilkan 53,36%, dan suhu 10°C menghasilkan rendemen sebesar 33,20°C (Gambar 2). Tingginya rendemen kristal pada suhu 0°C karena pada suhu 0°C senyawa-senyawa yang mempunyai titik leleh tinggi terkonsentrasi pada fraksi kristal. Semakin naik suhu maka rendemen akan semakin menurun karena laju pembentukan kristal sangat dipengaruhi suhu.

Tabel 6. Rendemen fraksi kaya fitosterol hasil rekristalisasi selama 72 jam

Perlakuan	Rasio				
	6:1	8:1	10:1	Rata-rata	
Suhu	0°C	75,42	80,01	63,20	72,88 a
	5°C	47,70	63,53	45,83	52,36 b
	10°C	39,51	28,73	31,35	33,20 c
Rata-rata		54,21	57,43	46,79	52,81

Angka yang diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada DMRT 5%

Suhu kristalisasi sangat menentukan keberhasilan pembentukan kristal. Suhu yang terlalu tinggi menyebabkan proses transfer panas dari sistem ke lingkungan tidak maksimum. Akibatnya inti kristal yang terbentuk terbatas, dan transfer massa pada inti kristal yang terbentuk menjadi terbatas pula akibat transfer energi yang belum maksimum.



Gambar 2. Rendemen kristal pada suhu rekristalisasi berbeda

Sebaliknya suhu yang terlalu rendah menyebabkan pembentukan inti kristal yang banyak. Inti kristal yang banyak pada proses pertumbuhannya memerlukan massa dari sistem. Transfer massa pada inti kristal menyebabkan pertumbuhan kristal. Selama pertumbuhan kristal, senyawa-senyawa dengan kelarutan rendah akibat berada dibawah titik lelehnya akan bermigrasi pada inti kristal dan mengkristal. Menurut Hartel (2001), kecepatan penurunan suhu mempengaruhi pembentukan inti kristal, yaitu semakin rendah suhu kecepatan penurunan suhu semakin meningkat. Akibatnya inti kristal yang terbentuk semakin banyak. Inti yang banyak memfasilitasi massa dalam fase cair untuk bermigrasi secara cepat pada inti kristal. Akibatnya sebagian besar massa dalam fase cair yang mempunyai kemampuan untuk mengkristal, mengalami proses kristalisasi. Akibatnya massa dalam fase cair mengalami penurunan sehingga rendemen yang dihasilkan menurun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kristalisasi fraksi tidak tersabunkan DALMS dilakukan pada kondisi optimum yaitu nisbah pelarut:fraksi tidak tersabunkan 5,89:1, suhu kristalisasi -9,7°C, dan lama kristalisasi 22,52 jam dengan kadar tokotrienol dalam fraksi kaya tokotrienol 22,297 g/100 g.
2. Suhu rekristalisasi 0°C dengan rasio fraksi tidak tersabunkan DALMS:pelarut heksan menghasilkan fraksi kaya fitosterol sebesar 13,3%

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DP2M Dikti Kemdiknas yang telah mendanai penelitian ini melalui Skim Penelitian Hibah Bersaing (PHB) Tahun 2011.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, K. 2006. Optimasi kristalisasi pelarut suhu rendah pada pembuatan minyak kaya asam lemak ω -3 dari hasil samping pengalengan ikan lemuru (*Sardinella longiceps*). *Agritek* 14(3): 580-593.
- Ahmadi, K. dan T. Estiasih. 2009. Optimasi kristalisasi pelarut suhu rendah untuk mendapatkan fraksi kaya tokotrienol dari distilat asam lemak minyak sawit. Laporan Penelitian Hibah Kompetitif sesuai Prioritas Nasional, LPPM Universitas Tribhuwana Tungadewi, Malang.
- Ahmadi, K., T. Estiasih, dan S. Yuniningsih. 2010. Kristalisasi pelarut suhu rendah pada pembuatan vitamin E kaya tokotrienol dari distilat asam lemak minyak sawit. *Prosiding* ISBN 978-602-96174-0-5. Seminar Nasional Mindset Revolution. Jurusan Teknologi Industri. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Malang.
- Ahmadi, K. 2010. Kristalisasi pelarut suhu rendah pada pembuatan konsentrat vitamin E dari distilat asam lemak minyak sawit: kajian jenis pelarut. *Jurnal Teknologi Pertanian* 11(1): 1–10.
- AOCS. 1989. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemistry Society. 4th ed. Broadmaker Drive, Champaign, Illinois.
- Basiron, Y. 2005. Palm Oil. In F. Sahidi. *Edible Oil and Fat Products: Edible Oil*. Vol II. Sixth ed. A John Wiley Inc. Publ. New York.
- Cantrill, R. 2008. Phytosterols, phytostanols and their esters: Chemical and technical assessment. 69th JECFA page 1(13)
- Carlson, KF. 1995. Deodorization. Dalam: Y-H Hui. (editor). *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Edisi ke-5. Vol. 4. *Edible Oil and Fat Products: Processing Technology*. New York: John Wiley & Sons.
- Dagwat D. 2000. Phytosterols: highly promising compounds. *Lipid Technol* 12:77-84
- Ekonomi dan Bisnis. 2007. Kenaikan pungutan ekspor CPO tak efektif. Tanggal 31 Oktober 2007.
- Hartel, R.W. 2001. *Crystallization in Foods*. A Wolters Kluwer Co., USA
- Hoed, V.V., Depaemelaere, D., Vila Ayala, J., Santiwattana., P. 2006. Influence of chemical refining on the major and minor component of rice bran oil. *J Am Oil Chem Soc.* 83:315-321.
- Hui, Y-H. 1996. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Fifth ed. Vo. 2*. John Wiley & Son Inc., New York.
- Ito, V. M., P.F. Martins, C.B. Batistella, and M.R.W. Maciel. Tanpa tahun. Tocopherols and phytosterols concentration from soybean oil deodorizer distillate. 2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering - 4th Mercosur Congress on Process Systems Engineering
- Khatoon, S., R.G.R. Rajan, and A.G.G. Krishna. 2010. Physicochemical Characteristics and Composition of Indian Soybean Oil Deodorizer Distillate and the recovery of Phytosterols. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 87(3): 321-326.
- Kim, O.S. 2005. *Radical scavenging capacity and antioxidant activity of the E vitamers fraction in rice bran*. *J. Food Sci.* 70(3): 208-213.

- Krishnamurthy, R. and M. Kellens. 1995. Fractionation and Winterization. In Y-H.Hui (ed.). Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Edible Oil and Fat Products: Processing Technology. 5th ed. Vol. 4. A John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Ling, W.H. and Jones, V.H. 1995. Dietary phytosterols: a review of metabolism, benefits and side effects. *Life Sci.* 57:195-206.
- Loganathan, R., K.R. Selvaduray, A. Radhakrishnan, and K. Nesaretnam. 2009. Palm oil rich in health promoting phytonutrients. *Palm Oil Development* 50: 16-25.
- Meijer, G.W. 1999. Blood cholesterol-lowering plant sterols, types, doses and forms. *Lipid Technol* 11:129-132
- Moreau, R.A., Norton, Hicks K.B. 1999. Phytosterol and phytostanol lower cholesterol. *Inform* 10:572-577
- Pan, L., P. Shao, and S. Jiang. 2005. *Separation of phytosterol and synthesized vitamin E succinate from rapeseed oil deodorizer distillate*. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal Vol. VII. Manuscript FP 04 010. March, 2005.
- Vaikousi, H., A. Lazaridou, C.G. Biliaderis, and J. Zawistowski. 2007. Phase Transitions, Solubility, and Crystallization Kinetics of Phytosterols and Phytosterol-oil blends. *J Agric Food Chem.* 55(5):1790-1798.
- Wang T, Hicks B.K., Moreau R. 2002. Antioxidant activity of phytosterols, oryzanol, and other phytosterol conjugates. *J Am Oil Chem. Soc.* 79:1201-1206

PENGARUH PENAMBAHAN TREHALOSE DAN CARBOXYMETHYLCELLULOSE TERHADAP VIABILITAS YEAST SERTA KUALITAS RHEOLOGI ADONAN ROTI YANG DIBEKUKAN (FROZEN DOUGH)

¹⁾Wahyu Choirur Rizky, ²⁾Tri Mulyani Setyowati, ²⁾Ratna Yulistiani

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, 60294, Indonesia

²⁾ Staf Pengajar Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, 60294, Indonesia

E-mail: wchoirur@gmail.com; ratnayulistiani@yahoo.co.id

ABSTRAK

Frozen dough adalah adonan hasil pembekuan dengan suhu pembekuan mencapai -20°C. Selama pembekuan dan penyimpanan beku, terjadi penurunan kualitas pada *frozen dough*, di antaranya adalah penurunan kekuatan pembentukan gas yang dipicu oleh penurunan aktivitas *yeast* selama penyimpanan beku dan penurunan kekuatan adonan secara bertahap. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan trehalose dan *carboxymethylcellulose* (CMC) terhadap viabilitas *yeast* dan kualitas rheologi adonan yang dibekukan pada berbagai masa penyimpanan. Rancangan percobaan yang digunakan

yaitu Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 faktor dan 3 kali ulangan. Faktor pertama yaitu konsentrasi trehalose (5% dan 10% b/b) dan faktor kedua yaitu konsentrasi CMC (0,5% dan 1% b/b), sehingga diperoleh empat kombinasi perlakuan *frozen dough* ditambah satu perlakuan kontrol (0% trehalose dan 0% CMC). Keseluruhan perlakuan disimpan di dalam *domestic freezer* (-20°C) dan pengamatan dilakukan pada hari ke-0, 14, 28, dan 42. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Anova dan uji Lanjut DMRT dengan taraf signifikansi 95% untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan. Pada penelitian ini, hasil terbaik *frozen dough* dan roti ditunjukkan pada perlakuan dengan penambahan 10% trehalose dan 1% CMC yang disimpan selama 28 hari. Hasil analisis terhadap *frozen dough* menunjukkan nilai *dough stickiness* (84,100 g-force), *maximum resistance to extension* (117,361 g-force), dan rasio *yeast* yang bertahan (79,211%).

Kata kunci: *Frozen dough, trehalose, CMC, yeast, rheology*

PENDAHULUAN

Frozen dough adalah adonan hasil pembekuan. *Frozen dough* umumnya digunakan pada produk *bakery* seperti roti, pizza, rolls, dan lain-lain. Bahan-bahan yang dicampurkan dalam pembuatan *frozen dough* sama seperti bahan-bahan yang dicampurkan untuk adonan produk *bakery* tanpa pembekuan. Perbedaannya hanya terletak pada ada atau tidaknya proses pembekuan sebelum adonan dipanggang (Ribotta *et.al.*, 2006b). Secara ekonomis, aplikasi teknologi *frozen dough* lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan teknologi pembuatan adonan secara konvensional. Keuntungan dari *frozen dough* yaitu kemudahan dalam distribusi. Misalnya, ketika adonan disiapkan dalam jumlah besar di pabrik sentral (tersentralisasi) dengan unit pengolahan yang lengkap maka adonan dapat segera didistribusikan ke toko-toko *bakery*. *Frozen dough* ini memberikan kepraktisan bagi toko-toko tersebut untuk memproses adonan langsung menjadi produk akhir, sehingga pengendalian mutu tetap terjaga.

Selama pembekuan dan penyimpanan beku, terjadi penurunan kualitas pada *frozen dough*. Menurut Inoue dan Bushuk (1994), ada dua faktor yang diidentifikasi menjadi alasan penyebab penurunan kualitas pada *frozen dough*. Pertama, penurunan kekuatan pembentukan gas yang dipicu oleh penurunan aktivitas *yeast* selama periode penyimpanan beku. Kedua, pengurangan kekuatan adonan secara bertahap. Terdapat dua penjelasan penyebab utama terjadinya penurunan terhadap kekuatan adonan yaitu, (1) adanya pelepasan substansi disulfida (*reducing substance*) dari sel-sel *yeast* yang telah mati (Kline dan Sugihara, 1968) dan (2) adanya kerusakan jaringan matriks gluten oleh kristal es yang terbentuk selama penyimpanan beku (Varriano-Marston *et al.*, 1980) sehingga waktu *proofing* semakin lama seiring dengan bertambahnya masa penyimpanan (Mallett, 1993).

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi efek pembekuan dan penyimpanan beku terhadap ketahanan *yeast* dan aktivitas fermentasinya, begitu pula terhadap kualitas produk yang dihasilkan antara lain dengan penambahan hidrokoloid, penggunaan sedikit air saat penyiapan adonan, konsentrasi *yeast* yang lebih tinggi, waktu fermentasi yang lebih pendek saat penyiapan adonan sebelum dibekukan, penggunaan ragi instan, penggunaan strain *yeast cryotolerant* atau *cryoresistant* (Pejin *et al.*, 2007a), penggunaan jenis tepung terigu *strong flour*, penambahan gluten, penambahan trehalose (Sallas-Melado dan Chang, 2003).

Trehalose merupakan gula nonreduksi, memiliki dua unit glukosa yang saling terikat pada ikatan α -1,1-glikosidik (α -D-glucopyranosyl- α -D-glucopyranoside; mycose; *mushroom sugar*). Pada beberapa hasil penelitian dikemukakan bahwa ada korelasi yang kuat antara kandungan trehalose di dalam sel *yeast* terhadap kemampuan bertahan pada temperatur yang ekstrim, kondisi dehidrasi, dan *freeze-thawing cycles*. Dari hasil studi tersebut dapat dinyatakan bahwa fungsi utama trehalose pada *yeast* bukan sebagai penyedia energi, melainkan sebagai *cryoprotectant* dari membran sel dan protein di bawah kondisi yang bisa menurunkan aktivitas air intraselular (trehalose bekerja dengan menstabilkan struktur membran) (Jain dan Roy, 2008).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Pejin *et al.* (2009b), penambahan CMC ke dalam *frozen dough* pada konsentrasi 0,3% dan 0,5% (berdasarkan berat tepung) mampu meningkatkan jumlah sel *yeast* yang tetap bertahan pada permukaan adonan (70,64% dan 70,28%) dan bagian tengah adonan (74,79% dan 76,54%). Sedangkan pada penelitian Dodic *et al.* (2007), penambahan CMC sebesar 1% memberikan efek 10 kali lebih tinggi dari xanthan gum dalam meningkatkan aktivitas fermentasi, volume spesifik, dan nilai penetrometer pada produk akhir roti yang dihasilkan dari *frozen dough* yang disimpan selama 30 hari. CMC memiliki kemampuan yang baik dalam mengikat air, mampu membentuk lapisan film dan gel, menghambat terbentuknya kristal es dan gula yang menyebabkan kerusakan pada matriks gluten (Sharadanant dan Khan, 2003 di dalam Sungur dan Erchan 2013).

METODOLOGI

Bahan baku pembuatan frozen dough

Tepung terigu (Cakra Kembar®) dengan kadar air, protein, abu (AOAC, 194), gluten basah, dan gluten kering (AACC, 1983) sebesar 11,80%; 14,82%; 0,52%; 33,5%; dan 11,60%. Jumlah air optimum yang digunakan dalam *frozen dough*

ditentukan melalui uji farinograf (AACC, 1983). Trehalose (Trehalose™ diperoleh dari CV. Bintang Mitra Surakarta, CMC *food grade* (Walocel C™) diperoleh dari CV. Tristar Chemical Surabaya, ragi kering instan (Saf Instan Gold™), dan *shortening* (Palmia Top White®) yang diperoleh dari toko bahan kue “Delapan” Surabaya. Serta bahan-bahan lain untuk analisis.

Persiapan adonan dan frozen dough

Pada Tabel 1 terdapat lima desain formulasi meliputi kontrol, 5%Trehalose + 0,5%CMC; 5%Trehalose + 1%CMC; 10%Trehalose + 0,5%CMC; dan 10%Trehalose + 1%CMC, formulasi tersebut digunakan untuk mempersiapkan *frozen dough* dengan perbedaan konsentrasi kombinasi trehalose dan CMC. Terdapat satu kontrol sebagai pembanding. Pada pembuatan adonan, seluruh bahan kering dicampurkan menggunakan pengaduk adonan (Bosch), kecuali *shortening* dan garam yang ditambahkan terakhir. Setelah homogen, air es dimasukkan kedalam campuran bahan kering hingga diperoleh konsistensi adonan semipadat. Setelah itu ditambahkan garam (dilarutkan) dan *shortenings* sambil terus diaduk sampai adonan kalis. Metode yang digunakan dalam persiapan adonan yakni *no-time dough*. Adonan selanjutnya difermentasikan selama 10 menit, selanjutnya dilakukan *kneading* untuk menghilangkan gas.

Tabel 1. Formulasi *frozen dough*

Komposisi	Formulasi (% b/b)				
	F ₀	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
Tepung terigu	100	100	100	100	100
Air	*	*	*	*	*
Instant Yeast	5	5	5	5	5
NaCl	1	1	1	1	1
Sukrosa	4	4	4	4	4
Susu skim	4	4	4	4	4
Shortening	5	5	5	5	5
Trehalose**	0	5	5	10	10
CMC	0	0,5	1,0	0,5	1,0
Vitamin C	100 ppm	100 ppm	100 ppm	100 ppm	100 ppm

*) berdasarkan persentase air optimum pada uji Farinograf

**) berdasarkan berat *yeast*

Adonan dibentuk dan dibagi sengan berat masing-masing sebesar 100 g. Untuk pembuatan *frozen dough*, adonan di kemas secara vakum dalam plastik polyethylen dan disimpan dalam *domestic freezer* pada suhu -20°C sampai analisis selanjutnya dilakukan. *Frozen dough* yang akan dianalisis sebelumnya di-*thawing* terlebih dahulu pada suhu 37°C selama 60 menit, selanjutnya melewati proses *proofing* pada suhu 37°C selama 100 menit dengan RH 85%. Daya adhesiv adonan (*dough stickiness*), ketahanan meregang (*maximum resistance to extension*) dan rasio yeast yang bertahan ditentukan dari sampel yang belum dibekukan dan setelah dibekukan pada 14, 28, serta 42 hari.

Analisis dough stickiness

Dough stickiness diukur menggunakan *TA-XT Plus Texture Analyzer (Stable Mico Sysem)* yang dilengkapi dengan “Chen-Hoseney *Dough Stickiness rig*” termodifikasi. Sampel adonan dalam jumlah kecil diekstrusi lewat serangkaian lubang kecil pada bagian atas *plate* hingga ketinggian mencapai 1 mm. *Cylinder probe* dengan diameter 25 mm dikenakan permukaan adonan, selanjutnya ditarik kembali menjauhi adonan (*lower rig*) dengan kecepatan 0,5 m/s. *Stickiness* ditentukan dari puncak *tensile force* dan dinyatakan dalam satuan g-force.

Analisis maximum resistance to extension (MRE)

MRE diukur menggunakan *TA-XT Plus Texture Analyzer (Stable Mico Sysem)* yang dilengkapi dengan “Kieffer *extensibility rig*” termodifikasi dan gaya 5 kg *load cell*. Sampel adonan dibentuk pada tempat pembentuk adonan dengan panjang sekitar 60 mm dan diameter 7 mm. Sampel adonan dibentuk dan diistirahatkan pada suhu 8°C selama 20 menit dan RH 90% sebelum diuji. Untaian adonan selanjutnya diletakkan pada pengait (*rig*) dan ditarik sampai maksimum dengan kecepatan 3,3 m/s. MRE ditentukan berdasarkan gaya maksimum dan jarak saat untaian adonan mulai terputus.

Rasio yeast yang bertahan

Adonan yang telah melalui proses *thawing* dan *proofing* ditimbang sebanyak 10g. Adonan dimasukkan ke dalam homogenizer dan ditambahkan 90 ml aquades steril, kemudian dihomogenkan. Campuran yang telah homogen selanjutnya diencerkan secara bertingkat hingga 10^{-4} . Sebanyak 0,1 ml suspensi diambil dengan

micropipet dari tingkat pengenceran maksimum dan diinokulasikan pada medium YGC (*Yeast extract Glucose Chloramphenicol*) Agar. Perhitungan koloni dilakukan setelah inkubasi 72 jam pada temperatur 38°C (30-300 koloni per cawan). Perhitungan cawan dilakukan secara duplikat. Rasio yeast yang bertahan dihitung sebagai berikut.

$$\text{Rasio yeast yang bertahan (\%)} = \frac{\text{Total koloni setelah penyimpanan beku}}{\text{Total koloni sebelum penyimpanan beku}} \times 100\%$$

Analisis s

Untuk

pengukuran

Rancangan

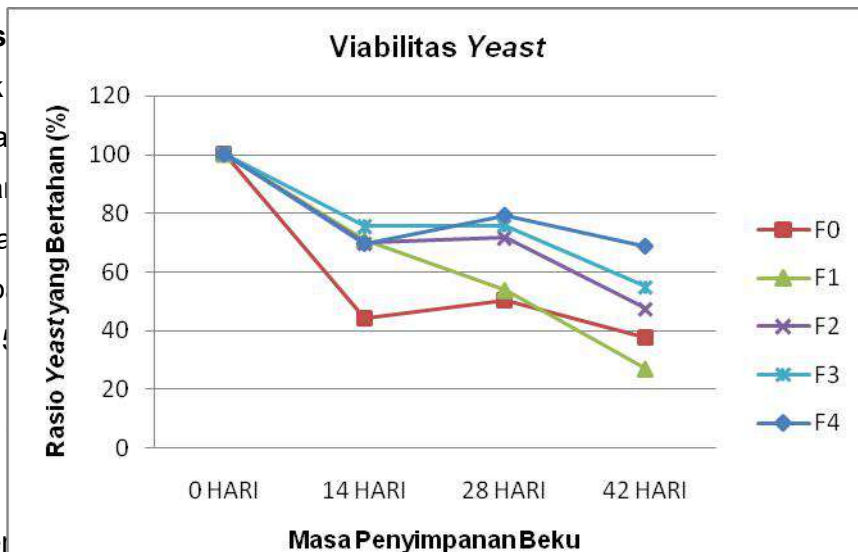
varians da

Duncan p

Release 15

Viabilitas

waktu per



dinyatakan bahwa rasio yeast yang bertahan menurun secara tajam untuk semua perlakuan setelah penyimpanan beku hari ke-14 hingga hari ke-42 ($p < 0.05$). penurunan viabilitas yeast ini terjadi karena selama penyimpanan beku terbentuk kristal es baik secara intraseluler maupun ekstraseluler yang memicu kerusakan membran sel. Pembentukan kristal es intraseluler dan peristiwa pengembangan adonan pada tahap *freeze-thaw* cycle dapat mendesak/memberi tekanan yang cukup kuat untuk memecah membran sel. Menurut Ribotta *et al.* (2003a), pembekuan dan penyimpanan beku sangat mempengaruhi viabilitas yeast dan aktivitas fermentasi. Pembentukan kristal es baik secara intraseluler (pada pembekuan cepat) dan ekstraseluler (pada pembekuan lambat) dapat mengganggu metabolisme yeast. Metabolisme yeast akan menurun drastis pada kondisi penyimpanan beku yang cukup lama.

Gambar 1. Grafik perubahan viabilitas *yeast* pada *frozen dough* setelah penyimpanan beku

Dari hasil analisis ragam, penambahan trehalose dan CMC tidak menunjukkan interaksi nyata ($p>0.05$) terhadap persentase rasio yeast yang bertahan.

viabilitas.

tidak ber

masa si

memperta

dibanding

Trehalose

melindung

juga beke

mengurang

jaringan.

bertahankan

ahan CMC

a berbagai

m dalam

ke-42 bila

al. (1996),

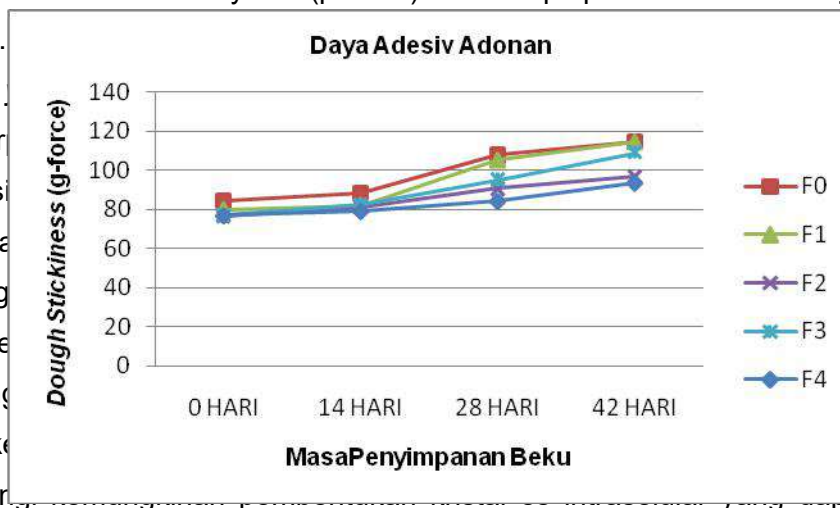
engan jalan

Trehalose

ga mampu

at merusak

Masa Penyimpanan Beku (HARI)	F0	F1	F2	F3	F4
0 HARI	~85	~78	~75	~78	~75
14 HARI	~88	~82	~80	~80	~78
28 HARI	~110	~105	~95	~98	~85
42 HARI	~115	~112	~105	~108	~95



Daya adesiv adonan (*Dough stickiness*)

Nilai *dough stickiness* semakin meningkat seiring bertambahnya waktu penyimpanan beku, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1B. Dapat dinyatakan bahwa *dough stickiness* meningkat tajam untuk semua perlakuan setelah penyimpanan beku hari ke-14 hingga hari ke-42 ($p < 0.05$). Peristiwa ini ditimbulkan karena adanya migrasi adonan setelah adonan di-*thawing*, sebagai akibat melemahnya struktur gluten dan penurunan kualitas pengikatan air dalam adonan. Selama pembekuan, terjadi transformasi es menjadi kristal yang dapat melemahkan struktur gluten. Menurut Yi (2008), *doughstickiness* semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya masa penyimpanan beku.

Gambar 2. Grafik perubahan *dough stickiness* pada *frozen dough* setelah masa penyimpanan beku

Dari hasil analisis ragam, penambahan trehalose dan CMC tidak menunjukkan interaksi nyata ($p > 0.05$) terhadap nilai *dough stickiness*. Penambahan CMC berpengaruh nyata dalam menurunkan nilai *dough stickiness* pada masa simpan 0 hari hingga 42 hari, sedangkan penambahan trehalose hanya berpengaruh nyata dalam menurunkan nilai *dough stickiness* pada masa simpan 28 hari. Perlakuan F4 menunjukkan hasil yang optimum dalam menurunkan nilai *dough stickiness* sampai penyimpanan beku hari ke-42 bila dibandingkan dengan keempat perlakuan lainnya. Adonan yang terlalu lengket (*sticky*) dapat menimbulkan masalah serius terhadap proses manufaktur dan peralatan mesin yang digunakan. Daya adhesi adonan (*dough stickiness*) dapat dikurangi dengan penambahan CMC dan trehalose. CMC memiliki kemampuan tinggi untuk mengikat air dan membentuk lapisan film yang berpengaruh pada elastisitas serta plastisitas *frozen dough*, sehingga dapat menurunkan kelengketan adonan (Sungur dan Erchan, 2013). Di sisi lain, trehalose memiliki kemampuan kuat mengikat air dan membentuk "*glassy matrix*" untuk melindungi molekul protein dari kerusakan akibat pembekuan, sehingga mampu mempertahankan elastisitas adonan (Jain dan Roy, 2008).

Ketahanan terhadap peregangan (*Maximum Resistance to Extension*)

Nilai *maximum resistance to extension* (MRE) semakin menurun seiring bertambahnya waktu penyimpanan beku, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1C. Dapat dinyatakan bahwa MRE menurun secara tajam untuk semua perlakuan setelah penyimpanan beku hari ke-14 hingga hari ke-42 ($p < 0.05$). Nilai MRE mengindikasikan kemampuan adonan untuk menahan gas dan memberi hasil akhir roti yang *springy*. Peristiwa menurunnya nilai MRE pada penelitian ini ditimbulkan karena selama pembekuan adonan telah terjadi pembentukan kristal es dan

rekristalisasi es. Pembentukan kristal es dan rekristalisasi es selama pembekuan tersebut menjadikan struktur tiga dimensi pada jaringan gluten rusak dan menyebabkan pemisahan jaringan tersebut dari granula pati serta terjadi pula redistribusi molekul air. Menurut Hino *et al.* (1990), melemahnya adonan selama penyimpanan beku dan siklus *freeze-thaw* disebabkan adanya pelepasan senyawa disulfida oleh sel yeast yang telah mati akibat pembekuan. Kerusakan pada ikatan S-S gluten pada adonan disebabkan oleh pelepasan gugus sulfhidril (SH) dan berakibat pada ketidakmampuan adonan untuk mengembang.

Gambar 3. Grafik perubahan *maximum resistance to extension* pada *frozen dough* setelah penyimpanan beku

Dari hasil analisis ragam, penambahan trehalose dan CMC menunjukkan interaksi nyata ($p < 0.05$) terhadap nilai MRE *frozen dough* pada hari ke-42. Trehalose dan CMC yang ditambahkan, masing-masing berpengaruh nyata dalam mempertahankan ekstensibilitas adonan setelah melewati rangkaian penyimpanan beku dan *thawing*. Perlakuan F4 menunjukkan hasil yang optimum dalam mempertahankan nilai MRE sampai penyimpanan beku hari ke-42 bila dibandingkan dengan keempat perlakuan lainnya.

Sifat viskoelastik adonan sangat dipengaruhi oleh penambahan *improver* seperti hidrokoloid dan trehalose. Penambahan CMC dan trehalose mampu mempertahankan ekstensibilitas *frozen dough* setelah melewati masa pembekuan dan *thawing*. CMC mampu membentuk lapisan film yang menyelimuti granula pati dan menunda retrogradasi amilosa dengan jalan memperlambat pembentukan kristal es selama pembekuan (Sungur dan Erchan, 2013). Di sisi lain, trehalose bekerja dengan jalan mereduksi kerusakan gluten yang diakibatkan oleh rekristalisasi es

maupun pelepasan senyawa disulfida dari sel *yeast* yang mati (Punturug dan Netiwaranon, 2013).

KESIMPULAN

Viabilitas *yeast* dan kekuatan adonan mengalami penurunan selama penyimpanan beku, sedangkan daya adhesif adonan semakin meningkat. Peristiwa tersebut berakibat pada penurunan kemampuan pembentukan gas CO₂ oleh *yeast*, sehingga berakibat pada lamanya waktu *proofing* adonan. Bagaimanapun juga, penurunan kualitas *frozen dough* dapat dikurangi secara signifikan dengan penambahan trehalose dan CMC pada tingkat konsentrasi 10% dan 1%.

DAFTAR PUSTAKA

- Hino, A., Kohji M., Kohtaro N., dan Hiroyuki T. 1990. Trehalose Levels and Survival Ratio of Freeze-Tolerant versus Freeze-Sensitive Yeasts. *Applied and Environmental Microbiology*. Vol. 56(5): 1386-1391.
- Inoue, Y., H.D. Sapiirstein, S. Takayanagi, dan W. Bushuk. 1994. Studies on Frozen dough III: Some Factors Involved in Dough Weakening During Frozen Storage and Thaw-Freeze Cycles. *Cereal Chem*. Vol. 71 (2): 118-121.
- Jain, N. K., dan Ipsita Roy. 2008. Effect Trehalose on Protein Structure. *Wiley-Blackwell Pub*. DOI: 10.1002/pro.3.
- Kline, L., T.F., dan Sugihara. 1968. Factors Affecting the Stability of Frozen Bread Doughs I: Prepared by Straight Dough Method. *Baker's Digest*. Vol 42 (5): 44.
- Mallet, C.P. 1993. *Frozen Food Technology*. Blackie Academic and Professional. London. UK.
- Miyamoto, T., Koichi Kawabata, Kenichi Honjoh, dan Shoji Hatano. 1996. Effect of Trehalose on Freeze Tolerance of Bakers's Yeast. *J. Fac. Agr. Kyushu Univ*. Vol 41 (1-2): 105-112.
- Pejin, D.J., Irena S.D., Stevan D.P., Zvonimir J.S., Jovana A.R., Sinisa N.D., Jelena M.D., dan Vesna M.V. 2007a. Influence of Dough Freezing on *Saccharomyces cerevisiae* Metabolism. *Proc. Nat. Sci*. No. 113: 293-301.
- Pejin, D.J., Olgica S.G., Jelena D.P., Irena S.D., dan Suncica D.K. 2009b. The Influence of Carboxymethylcellulose, Xanthan and Guar-Gum Addition in Bread Dough Before Freezing on Metabolism and Viability of *Saccharomyces cerevisiae*. *APTEFF*. No. 40: 211-220.
- Punturug A., Netiwaranon S. 2013. Effects of Dough Improvers on Micro-structural, Textural, Rheological, and Baking Properties of Frozen Dough With Virgin Coconut Oil. *International Food Research Journal*. Vol 20 (2): 593-599.

- Ribotta, P.D., A.E. Leon, M.C. Anon. 2003a. Effects of Yeast Freezing in Frozen Dough. *American Association of Cereal Chemists*. Vol 80 (4): 454-458
- Ribotta, P.D., A.E. Leon, M.C. Anon. 2006b. *Frozen Dough*. di dalam *Bakery Product Science and Technology*. Y.H. Hui (ed.). Halaman 381. Blackwell Publishing Professional 2121 State Avenue, Ames, Iowa 50014, USA.
- Sallas-Mellado, M dan Yoon Kil Chang. 2003. Effect of Formulation on The Quality Of Frozen Bread Dough. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. ISSN 1516-8913. Vol. 46 (3): 461-468.
- Sharadanant, R., dan Khan K. 2003a. Effect of Hydrophilic Gums on Frozen Dough : I. Dough Quality. Di dalam Sungur, B., Recai Ercan. 2013. Effects of Combining Added Hydrocolloids and Surfactant and Frozen Storage on the Baking Quality of Frozen Bread Dough. *GIDA*. Vol 38 (5): 283-290.
- Sungur, B., Recai Ercan. 2013. Effects of Combining Added Hydrocolloids and Surfactant and Frozen Storage on the Baking Quality of Frozen Bread Dough. *GIDA*. Vol 38 (5): 283-290.
- Varriano-Marston, E., Hsu K.H., Mhadi J. 1980. Rheological and Structural Changes in Frozen Dough. *Baker's Digest*. Vol 54 (1): 32-34,41.
- Yi, Jinhee. 2008. *Improving Frozen Bread Dough Quality through Processing and Ingredients*. Dissertation Doctor of Philosophy. University of Georgia.

**PERUBAHAN BERAT BADAN DAN INDEKS ATEROGENIK TIKUS WISTAR
HIPERKOLESTEROLEMIA DENGAN DIET TEPUNG BUAH PEDADA (TBP)**
*[The Changes of Weight Gain and Atherogenic Index of Hypercholesterolemic Wistar Rats
with Supplemented Diet of Pedada Fruit Flour (PFF)]*

Jariyah¹, Lailatul Azkiyah²

¹Staff Pengajar Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

²Staff Pengajar Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Jember, Jawa Timur

E-mail: jariyahupn65@gmail.com and jariyah_icha@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi suplementasi tepung buah pedada (TBP) ke dalam ransum terhadap perubahan berat badan dan indeks aterogenik pada tikus wistar hiperkolesterolemia. Penelitian ini menggunakan 25 ekor tikus jantan, strain wistar berumur 2-3 bulan, berat 200-250 gram dan dibagi dalam 5 kelompok perlakuan yaitu 2 kelompok kontrol positif dan negatif, serta 3 kelompok hiperkolesterolemia yang diberi pakan standar AIN-93M

dengan disuplementasi 3, 6 dan 9% TBP. Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Tersarang (*Nested Design*) dengan 2 faktor yaitu faktor pertama adalah kelompok pakan perlakuan terdiri dari 5 level, dan faktor ke dua adalah waktu pengamatan terdiri dari 5 level (minggu ke-0, 1, 2, 3 dan 4). Parameter pengamatan meliputi berat badan termasuk juga jumlah konsumsi pakan, dan indeks aterogenik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi TBP 3, 6 dan 9% berpengaruh signifikan terhadap perubahan berat badan sebesar 22,00; 25,40; dan 16,20 gram, dan jumlah konsumsi pakan sebesar 12,01 gram; 11,63 gram dan 11,48 gram, serta dapat menurunkan nilai indeks aterogenik secara signifikan hingga minggu ke-4 sebesar 0,91; 1,30 dan 1,51.

Kata kunci : Tepung Buah Pedada, berat badan, indeks aterogenik.

ABSTRACT

The aims of this study was to evaluate the supplementation of Pedada Fruit Flour (PFF) to the feed to changes in body weight and atherogenic index in hypercholesterolemic wistar rats. This study used 25 male rats, Wistar strain 2-3 months old, weighing 200-250 grams, and divided into 5 treatment groups consisting of 2 groups of positive and negative controls, as well as 3 groups were fed hypercholesterolemic standar supplemented AIN-93M with 3%, 6% and 9% Pedada Fruit Flour. This research methods using a nested design with two factors: the first factors is the feed treatment group consisted of 5 levels, and the second factor is the the time of observation consisted of 5 levels (week 0,1,2, and 4). Observation parameters included weight gain, amount of feed intake, and atherogenic index. The results showed that supplementation of PFF 3%,6%, and 9% had significant effect on weight change at 22,00; 25,40; and 16,20 grams. Then the amount of feed consumption were 12,01 grams; 11,63 grams; 11,48 grams, and could decrease the atherogenic index value significantly untill fourth week at these value 0,91; 1,30; and 1,51.

Keywords: Pedada Fruit Flour, weight gain, atherogenic index

PENDAHULUAN

Kecenderungan pola hidup masyarakat saat ini sebagian besar menghendaki gaya hidup santai sehingga aktivitas fisiknya menjadi berkurang, selain itu pola konsumsi makan masyarakat juga cenderung mengarah ke produk pangan dengan lemak tinggikan kurang serat pangan, sehingga berdampak pada meningkatnya penyakit degeneratif seperti penyakit jantung koroner, diabetes melitus, hipertensi dan kanker. Menurut Herpandi *dkk.*, (2006), sebanyak 25,6% kematian di Indonesia disebabkan oleh penyakit kardiovaskuler, yang salah satu penyebabnya adalah hiperkolesterolemia. Hiperkolesterolemia merupakan suatu kondisi jumlah kolesterol darah melebihi batas normalnya (Murwani *dkk.*, 2006). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi serat pangan dari karagenan, tepung rumput laut dan tepung buah pedada telah dilaporkan mampu menurunkan kolesterol darah hewan coba pada kondisi hiperkolesterolemia, karena serat pangan yang terkandung didalamnya memiliki kemampuan untuk menghambat kerja enzim HMG-koA reduktase sehingga sintesis kolesterol menurun (Hernawati *ddk.*, 2013; Herpandi *dkk.*, 2006; Jariyah *et al.*, 2013). Tepung buah pedada selain mengandung serat pangan, juga ditemukan adanya antioksidan cukup tinggi, sehingga sangat potensial

memperbaiki indeks aterogenik. Nilai indeks aterogenik merupakan indikator untuk mengetahui resiko atherosklerosis yang menjadi penyebab penyakit jantung dan pembuluh darah. Nilai indeks aterogenik ini sangat tergantung dengan kadar HDL. Kadar HDL yang semakin tinggi menyebabkan indeks aterogenik semakin rendah sehingga resiko terjadinya atherosklerosis juga semakin kecil. Nilai indeks aterogenik ideal untuk laki-laki adalah di bawah 4,5 dan untuk wanita di bawah 4,0, sedangkan nilai indeks aterogenik di atas angka 3 pada anak-anak beresiko terhadap penyakit kardiovaskuler (Sitepoe, 1993). Mengingat pentingnya nilai indeks aterogenik terhadap kesehatan, dan belum banyak penelitian tentang hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh suplementasi serat pangan tepung buah pedada ke dalam ransum terhadap perubahan berat badan termasuk jumlah konsumsi pakan dan indeks aterogenik pada tikus hiperkolesterolemia.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan baku utama penelitian ini adalah tepung buah pedada yang diperoleh dari daging buah mangrove jenis pedada (*Sonneratia caseolaris*), yang dikeringkan dengan menggunakan kabinet drying pada suhu 50-60°C. Tepung buah padada (TBP) tersebut disuplementasikan pada pakan standar AIN-93M untuk digunakan pakan perlakuan. Sedangkan bahan pendukung penelitian ini meliputi PTU (propil tio urasil), kit kolesterol dan HDL.

Alat yang digunakan meliputi kandang tikus lengkap tempat makan dan minum, sentrifuse, tabung vial, timbangan digital (Presica), serta jarum *sonde* 26 (gauge 26), *glassware*, sentrifuse, pipet mikro (100 µl – 1000 µl dan 1000 µl), ependorf 2 ml, tabung reaksi 5 ml, vortex dan spektrofotometer (UV-2100), dan peralatan gelas lainnya.

Metode

Penelitian eksperimental yang menggunakan Rancangan Tersarang (*Nested Design*) ini merupakan lanjutan penelitian Jariyah *et al.*, (2013). Sebagai hewan percobaan digunakan 25 ekortikus jantan, strain wistar berumur 2-3 bulan dengan berat \pm 200 gram yang diperoleh dari laboratorium Biologi Molekuler dan Biokimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang.

Tikus percobaan diadaptasikan terhadap pakan standar AIN-93M dan lingkungan selama 7 hari. Tikus percobaan kemudian dikondisikan

hiperkolesterolemia dengan memberikan pakan tinggi kolesterol, kolesterol (Sigma), dan PTU (propil tio urasil) selama 21 hari. Pengkondisian hiperkolesterolemia dihentikan ketika tikus percobaan mengalami hiperkolesterolemia dengan kadar kolesterol total darah > 200 mg/dl (Dwiloka, 2003). Formula diet pakan perlakuan mengacu pada modifikasi komposisi pakan menurut Reeves *et al.*, (1993), sedangkan dosis pemberian tepung buah pedada dihitung berdasarkan hasil konversi kebutuhan serat pangan menurut Reagan-Shaw *et al.*, (2007).

Pemberian pakan perlakuan pada masing-masing kelompok diberikan secara *ad libitum* selama 4 minggu. Pengamatan terhadap perubahan berat badan tikus dilakukan tiap minggu, sedangkan terhadap jumlah konsumsi pakan dilakukan setiap hari. Pengamatan terhadap nilai indeks aterogenik dilakukan dengan menentukan kolesterol total dan HDL dari serum darah tikus, yang dilakukan tiap akhir minggu ke-0, 1, 2, 3, dan 4. Selanjutnya dilakukan perhitungan indeks aterogenik dengan menggunakan rumus :

$$\text{Indeks Aterogenik (IA)} = \frac{\text{kolesterol total} - \text{HDL}}{\text{HDL}}$$

Analisa data

Data yang diperoleh dianalisa menggunakan analisa ragam *One Way ANOVA* ($\alpha=0,05$) dan dilakukan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) ($\alpha=0,05$) jika perlakuan menunjukkan pengaruh nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perubahan berat badan tikus

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suplementasi serat pangan TBP ke dalam pakan standar AIN-93M berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap perubahan berat badan tikus (Tabel 1), terlihat bahwa semua kelompok perlakuan mengalami kenaikan berat badan pada setiap minggu, hal ini menunjukkan suplementasi serat pangan TBP pada pakan memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan berat badan tikus. Peningkatan berat badan yang terjadi pada kelompok tikus normal dan kelompok tikus hiperkolesterolemia serta kelompok tikus dengan suplementasi serat pangan TBP 3%, 6% dan 9% masing-masing sebesar 17,13; 15,90; 13,88; 10,65; dan 6,85% gram. Perubahan berat badan tikus tersebut sangat berkaitan dengan jumlah konsumsi pakan, seperti yang dilaporkan oleh Herpandi *dkk.*, (2006).

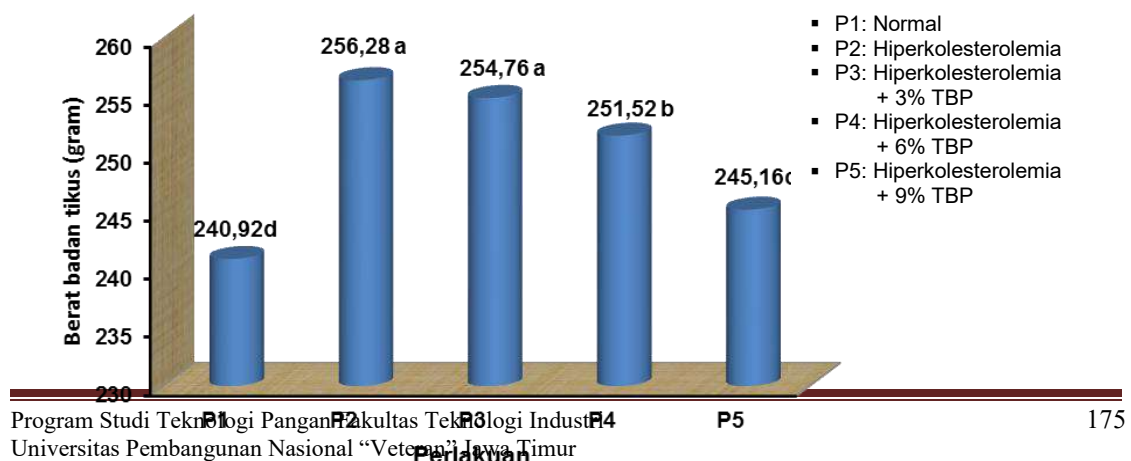
Perubahan kenaikan berat badan terjadi akibat membesarnya jaringan-jaringan otot dan jaringan lainnya yang terbentuk dengan adanya asupan bahan-bahan seperti lemak, karbohidrat, mineral dan air (Edward *et al.*, 2008).

Tabel 1. Rerata perubahan berat badan tikus tiap minggu selama masa perlakuan

Minggu ke-	Berat tikus (gram)				
	Normal	Hiperkolesterolemia + TBP (% dalam pakan)			
		0	3	6	9
0	221,80 e	237,60 e	237,80 e	238,20 e	236,60 e
1	231,00 d	246,60 d	246,60 d	245,20 d	241,60 d
2	241,40 c	255,80 c	255,40 c	252,20 c	254,40 c
3	250,60 b	266,00 b	263,20 b	258,40 b	249,40 b
4	259,80 a	275,40 a	270,80 a	263,60 a	252,80 a

*huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan dalam satu kolom.

Apabila dibandingkan antar perlakuan seperti yang disajikan pada Gambar 1, maka terlihat adanya perbedaan nyata antara kelompok tikus yang disuplementasi serat pangan TBP dengan kelompok tikus normal dan kelompok tikus hiperkolesterolemia. Kelompok tikus yang disuplementasi serat pangan TBP mengalami penurunan berat badan dengan meningkatnya suplementasi serat pangan TBP, artinya ada kecenderungan penurunan berat badan dengan meningkatnya suplementasi serat pangan TBP, hal ini disebabkan serat pangan TBP memiliki sifat mengenyangkan selain itu juga memiliki rasa asam sehingga menurunkan selera tikus untuk memakan diet pakan yang diberikan selama masa perlakuan. Walaupun demikian serat pangan TBP memiliki sifat yang hampir sama dengan serat pangan karagenan seperti yang dilaporkan oleh Hernawati *dkk.*, (2013), bahwa suplementasi serat pangan karagenan dalam diet hiperkolesterolemia menurunkan berat badan mencit jantan hiperkolesterolemia.



Gambar 1. Rerata berat perubahan badan tikus selama 4 minggu

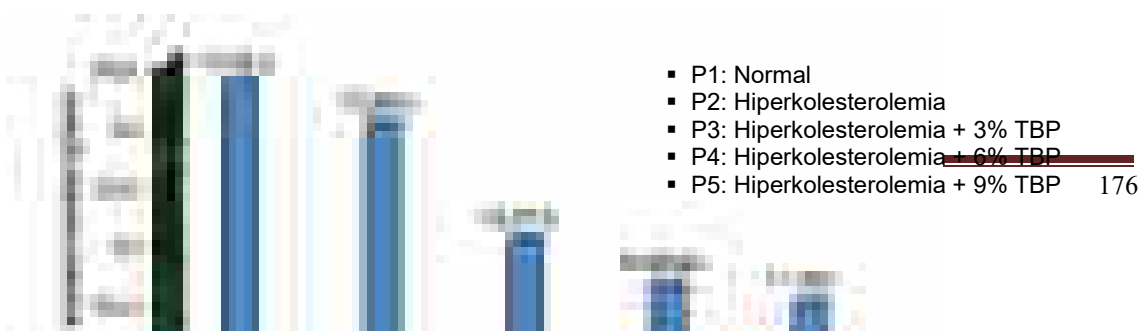
Kenaikan berat badan dipengaruhi oleh komposisi jumlah konsumsi pakan perhari. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suplementasi serat pangan TBP ke dalam pakan standar AIN-93M berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap jumlah konsumsi pakan (Tabel 2). Rerata jumlah konsumsi pakan standar (AIN-93M) per hari pada kelompok tikus normal dan kelompok tikus hiperkolesterolemia lebih tinggi dibandingkan kelompok tikus yang disuplementasi serat pangan TBP (3%, 6%, 9%) masing-masing sebesar 13,32 gram; 12,98 gram; 12,01 gram; 11,63 gram dan 11,48 gram.

Tabel 2. Rerata jumlah konsumsi pakan tiap minggu selama masa perlakuan

Minggu ke-	Jumlah konsumsi pakan per hari (gram)				
	Normal	Hiperkolesterolemia + TBP (% dalam pakan)			
		0	3	6	9
0	13,57 ± 0,15	13,46 a	13,63 a	13,46 a	13,46 a
1	13,17 ± 0,26	12,63 c	11,00 c	9,69 d	11,77 b
2	13,11 ± 0,14	13,06 ab	11,66 b	11,49 bc	10,66 c
3	13,31 ± 0,18	12,91 bc	11,94 b	11,46 c	10,57 c
4	13,43 ± 0,13	12,86 bc	11,80 b	12,06 b	10,94 c

* huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan dalam satu kolom

Jumlah konsumsi pakan harian pada kelompok tikus normal tidak menunjukkan adanya perbedaan selama 4 minggu masa perlakuan, sedangkan kelompok tikus hiperkolesterolemia dan kelompok tikus dengan suplementasi TBP (3%, 6% dan 9%) menunjukkan perbedaan jumlah konsumsi pakan harian pada minggu ke-0 dan ke-1, tetapi cenderung stabil pada minggu ke-2 hingga minggu ke-4 untuk semua kelompok perlakuan. Perbedaan jumlah konsumsi pakan antar kelompok perlakuan (Gambar 2), terlihat menunjukkan adanya perbedaan nyata antara kelompok tikus yang disuplementasi serat pangan TBP dengan kelompok tikus normal dan kelompok tikus hiperkolesterolemia. Hal ini disebabkan kandungan serat pangan TBP secara fisiologis dapat memperlambat waktu pengosongan lambung sehingga rasa kenyang menjadi lebih lama.



Gambar 2. Rerata jumlah konsumsi pakan tikus selama 4 minggu

Suplementasi serat pangan TBP 3%, 6% dan 9% dalam 15 gram pakan akan meningkatkan asupan serat pangan harian masing-masing sebesar 0,29 gram; 0,57 gram; dan 0,86 gram. Menurut Gropper *et al.* (2005) menyatakan bahwa serat pangan terutama serat larut dalam lambung akan membentuk cairan kental yang dapat mempengaruhi waktu pengosongan lambung menjadi lebih lama. Terbentuknya gel dilambung setelah konsumsi serat makanan akan menyebabkan *chime* yang berasal dari lambung berjalan lambat ke usus halus. Hal ini akan menyebabkan makanan lebih lama tertahan di lambung sehingga rasa kenyang setelah makan juga semakin lama. Efek rasa kenyang yang lebih lama pada makanan berserat menyebabkan konsumsi pakan harian berkurang yang diikuti semakin kecil kenaikan berat badan. Penyebab lain dimungkinkan akibat perbedaan rasa pakan yang sedikit asam akibat suplementasi TBP. Rasa asam TBP salah satunya disebabkan kandungan vitamin C dalam buah pedada cukup tinggi yaitu 56,74 mg / 100 g buah pedada (Manulu, 2011). Semakin tinggi tingkat keasaman pakan akibat penambahan TBP, semakin rendah jumlah konsumsi pakan harian tikus percobaan.

Perubahan kenaikan berat badan dan jumlah konsumsi pakan berhubungan dengan *Feed Conversion Efficiency* (FCE). Hewan dengan nilai FCE rendah memiliki efisiensi makanan yang baik (Albert, *et al.*, 2006). Nilai FCE pada kelompok tikus normal dan kelompok tikus hiperkolesterolemia yang mengkonsumsi pakan standar (AIN-93 M) lebih rendah dibandingkan kelompok tikus yang disuplementasi serat pangan TBP 3%, 6% dan 9% (Tabel 3). Semakin tinggi kandungan serat pangan dalam pakan dan semakin kecil jumlah sumber karbohidrat (pati jagung) menyebabkan semakin tingginya nilai FCE.

Tabel 3. Efisiensi konversi jumlah konsumsi pakan menjadi berat badan pada tikus percobaan

Perlakuan	Kenaikan berat badan (g) (A)	Konsumsi Pakan / hari (g) (B)	<i>FCE</i> (B/A)
Normal	38,00	13,32	0,35
Hiperkolesterolemia	37,80	12,98	0,34
Hiperkolesterolemia + 3% TBP	32,00	12,01	0,38
Hiperkolesterolemia + 6% TBP	25,40	11,63	0,46
Hiperkolesterolemia + 9% TBP	16,20	11,48	0,71

B. Indeks Aterogenik

Indeks aterogenik (IA) adalah indikator untuk mengetahui resiko aterosklerosis yang merupakan faktor utama penyebab penyakit jantung koroner. Perubahan rerata nilai indeks aterogenik setiap minggu disajikan pada Tabel 4,, terlihat bahwa indeks aterogenik pada kelompok tikus normal dan kelompok tikus hiperkolesterolemia yang diberi pakan standar AIN-93M selama 4 minggu tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, sedangkan kelompok tikus dengan suplementasi serat pangan TBP dengan dosis 3%, 6% dan 9% pada pakan mampu menurunkan indeks aterogenik secara signifikan pada setiap minggunya, yaitu sebesar 0,91; 1,30; dan 1,51.

Tabel 4. Rerata nilai Indeks Aterogenik (IA) tikus tiap minggu selama masa perlakuan

Minggu ke-	Indeks Atherogeik (IA)				
	Normal	Hiperkolesterolemia + TBP (% dalam pakan)			
		0	3	6	9
0	0,47 ± 0,02	3,91 ± 0,06	4,14 a	4,13 a	4,09 a
1	0,47 ± 0,03	3,95 ± 0,04	3,95 b	3,82 b	3,71 b
2	0,46 ± 0,03	3,93 ± 0,04	3,68 c	3,48 c	3,32 c
3	0,47 ± 0,03	3,91 ± 0,06	3,48 d	3,17 d	2,98 d
4	0,47 ± 0,03	3,87 ± 0,05	3,23 e	2,82 e	2,58 e

*huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan dalam satu kolom.

- P1: Normal
- P2: Hiperkolesterolemia
- P3: Hiperkolesterolemia + 3% TBP
- P4: Hiperkolesterolemia + 6% TBP
- P5: Hiperkolesterolemia + 9% TBP

Gambar 3. Rerata indeks aterogenik (IA) tikus percobaan selama 4 minggu

Perbedaan nilai indeks aterogenik antar kelompok perlakuan (Gambar 3) menunjukkan adanya perbedaan nyata antara kelompok tikus dengan suplementasi serat pangan TBP dan kelompok kontrol normal dan kontrol hiperkolesterolemia. Penurunan nilai indeks aterogenik akibat konsumsi pakan yang disuplementasi serat pangan TBP (3%, 6% dan 9%) selama 4 minggu masa perlakuan masih belum mampu menurunkan IA sampai mendekati nilai indeks aterogenik dari kelompok tikus normal. Perpanjangan waktu perlakuan dan peningkatan dosis pemberian TBP dimungkinkan dapat memperbesar penurunan nilai indeks aterogenik pada tikus hiperkolesterolemia.

Kadar indeks aterogenik dipengaruhi oleh kadar kolesterol total dan HDL-c. Penurunan kolesterol total dan peningkatan kadar HDL-c pada darah menyebabkan penurunan nilai indeks aterogenik. Menurut Winarsi *dkk.*(2013) melaporkan bahwa meningkatnya indeks aterogenik perlu diwaspadai dan harus segera diturunkan, karena menyebabkan serangan jantung dan stroke. Penurunan ini sangat berarti karena setiap nilai penurunan indeks aterogenik memiliki makna penurunan resiko terjadinya aterosklerosis. Nilai indeks aterogenik normal pada manusia, nilai indeks aterogenik yang ideal untuk laki-laki < 5,00 dan untuk wanita <4,40 (Sitepoe, 1993).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Suplementasi tepung buah pedada (TBP) pada ransum tikus selama 4 minggu berpengaruh nyata terhadap perubahan berat badan dan jumlah konsumsi pakan serta menurunkan nilai indeks aterogenik (IA).

Saran

Perlu dilakukan uji lanjut untuk hewan uji yang dikondisikan atherosklerosis, dan mekanisme penurunan aterogeniknya

DAFTAR PUSTAKA

- Albert, A.K., Foss, A., Koedijk, R., Folkvord, A., Stefansson, S.O and Jonassen, T. M. 2006. Short- and long-term differences in growth, feed conversion efficiency and deformities in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) started on rotifers or zooplankton. *Aquaculture Research*, 37: 1015-1027.
- Dwiloka, B. 2003. Efek hipokolesterolemik berbagai telur. *Media Gizi dan Keluarga*, 27 (2): 58 – 65.
- Edward, A.U., Douglas, C and Jarek, K. 2008. Measuring food and water intake in rats and mice. Vicon Publishing, Inc. Foste Reprints:866-879.
- Gropper, S.S., Smit, J.L, and Groff, G.L. 2005. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*, 4th ed, hal 108 – 123, Thomson Wadsworth.
- Hernawati, Manulu, W., Suprayogi, A. dan Astuti, D.A. 2013. Suplementasi serat pangan karagenan dalam diet untuk memperbaiki parameter lipid darah mencit hiperkolesterolemia. *Makara Sri Kesehatan*. 17(1): 1-9. In Press. DOI:10.7454/msk.v17il.xxxx
- Herpandi, Astawan, M., Wresdiyanti, T dan Palupi, N.S.2006. Perubahan profil lipida, kolesterol, digesta dan asam propionat tikus dengan diet tepung rumput laut. *Jurnal Tekn.dan Industri Pangan*. Vol.XVII (3): 227-232.
- Jariyah, Azkiyah, L., Widjanarko, S.B., Estiasih, T., Yuwono, S.S. and Yuniarta. 2013. Hypocholesterolemic effect of Pedada (*Sonneratia caseolaris*) fruit flour in wistar rats. *International Journal of Pharm Tech Research*, 5(4): 1619-1627.
- Manulu, R.D.E. 2011. *Kadar beberapa vitamin pada buah Pedada (Sonneratiacaseolaris) dan hasil olahannya*. Dep.Tekn.Hasil Perairan. FPIK-IPB.
- Murwani, S., Ali, M dan Muliarta, K. 2006. Diet aterogenik pada tikus putih sebagai model hewan aterosklerosis. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, XII (1) : 6-9.
- Reagan-Shaw, S., Nihal, M., and Nihal, A. 2007. Dose translation from animal to human studies revisited. *The FASEB Journal*, 22:659-661.
- Reeves, P.G., Nielsen, F.H., and Fahey, G.C. 1993. AIN-93 Purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the formulation of the AIN-76A rodent diet. *American Institute of Nutrition. J. Nutr*, 123: 1939-1951.
- Sitepoe, M. 1993. Kolesterol Fobia Keterkaitannya dengan Penyakit Jantung. Jakarta, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Winarsi, H., Sasongko, N.D., Purwanto, A dan Nuraeni. 2013. Ekstrak daun kapulaga menurunkan indeks aterogenik dan kadar gula darah tikus diabetes induksi alloxan. *AGRITECH*. 33(3) : 273-280.

EVALUASI GIZI KECAP KERANG SECARA HIDROLISIS ENZIMATIS DENGAN BUBUR PEPAYA DAN NANAS

(*Evaluation Nutrition of Hydrolysis Enzymatis Shellfish Sauce used
Papaya and Pineapple Pasta*)

Enny Karti Basuki S¹⁾ Rosida¹⁾ dan Agus Tri Utami²⁾

¹⁾Staff Pengajar Progdil Tekn. Pangan, FTI UPN "Veteran", Jatim

²⁾ Alumni Progdil Tekn. Pangan, FTI UPN "Veteran" Jatim

Jl. Raya RungkutMadyaGunungAnyar Surabaya 60294

e-mail : ennykartibasuki@gmail.com

ABSTRAK

Di Indonesia kecap dikenal sebagai bahan tambahan makanan penyedap masakan. Kecap adalah cairan hasil hidrolisis bahan nabati atau hewani berprotein tinggi didalam larutan garam. Kecap yang terbuat dari ikan dihidrolisis dengan bubur pepaya (papain kasar) dan bubur nanas (bromelin kasar). Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan proporsi

bubur pepaya dan bubur nanas dengan waktu hidrolisis sehingga dihasilkan kecap yang bermutu. Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial, dua faktor dan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah proporsi bubur pepaya dan bubur nanas (0:1, 1:1 dan 0:1) dan faktor kedua adalah waktu hidrolisis (4, 6 dan 8 hari). Hasil terbaik pada proporsi bubur pepaya dan bubur nanas 1:1 dan waktu hidrolisis 8 hari mempunyai protein terlarut 3,82%, total padatan terlarut 27,833%, viskositas 1,251 cp, nilai aroma 166,5, nilai rasa 208 dan nilai viskositas 154,3.

Kata kunci : bubur pepaya, bubur nanas, kecap, waktu hidrolisis

ABSTRACT

Indonesia sauce is well known as the flavoring local additives. Sauce is a hydrolyzed liquid vegetable or animal protein in high salt solution. Mostly fish sauce is made from shellfish hydrolyzed by papaya and pineapple pasta(bromelain). This research was conducted to evaluated the proportion papaya and pineapple pasta with hydrolysis time on the good quality fish sauce. The method of this research was laboratory experiment with factorial completely randomized desing consisting of two factors and three replication The first factor is proportion papaya and pineapple pasta (0:1, 1:1 and 1:0) and the second factor is hydrolysis time (4, 6 and 8 hours).. The best treatment was combination of proportion papaya and pineapple pasta 1:1 and 8 h hydrolysis time. The best fishsauce had nitrogen soluble 3,82%, total solid soluble 27,833%, viscosity 1,251 cp, flavour score 166,5, taste score 208 and viscosity score 154,3.

Keywords : papaya ,pineapple,sauce, hydrolysis time

PENDAHULUAN

Kecap berasal dari Cina merupakan penyedap makanan tradisional yang telah dikenal di Asia sejak 1000 tahun yang lalu, kemudian menjadi terkenal pula di negara Amerika. Kecap merupakan produk tradisional yang sudah dikenal dan diterima secara meluas di dunia internasional seperti kecap manis Indonesia yang telah diekspor ke negara Australia, Uni Emirat Arab, Fiji, Suriname, Singapur, Hongkong, Kuwait, Brunai Darusalam, Taiwan, Jepang, Selandia Baru dan Belanda (Wibowo, 1990).

Kecap merupakan produk cair berwarna coklat gelap mempunyai rasa asin atau manis dan digolongkan dalam makanan yang menyerupai ekstrak daging. Kecap mempunyai sifat mudah dicerna dan diabsorpsi tubuh manusia, karena komponen-komponennya mempunyai berat molekul rendah (Kasmidjo, 1990). Kecap dapat dibuat melalui 3 cara, yaitu fermentasi, hidrolisis asam dan kombinasi keduanya. Dibandingkan dengan kecap yang dibuat secara hidrolisis, kecap yang dibuat dengan cara fermentasi biasanya mempunyai aroma yang lebih baik. Pembuatan kecap secara fermentasi pada prinsipnya menyangkut pemecahan karbohidrat, protein dan lemak oleh aktivitas enzim kapang, khamir dan bakteri menjadi senyawa sederhana, yang menentukan rasa, aroma dan komposisi kecap (Koswara, 1997).

Kecap ikan mempunyai cita rasa yang berbeda dengan kecap kedelai, warnanya bening kekuningan sampai coklat muda, rasanya relatif asin dan banyak mengandung senyawa-senyawa nitrogen. Proses umum yang terjadi dalam pengolahan kecap ikan adalah proses hidrolisis yaitu proses pemecahan substrat menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan molekul air (Winarno, 1992). Substrat yang paling banyak mengalami perubahan adalah protein yang melibatkan aktivitas enzim proteolitik yaitu yang berasal dari otot ikan (katepsin), saluran pencernaan (tripsin dan pepsin) dan bakteri yang terdapat pada pencernaan ikan, insang atau pada permukaan kulitnya (Winarno, 1992).

Kerang darah banyak mengandung protein sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kecap sebagai pengganti kedelai. Enzim merupakan protein yang berfungsi sebagai katalisator reaksi-reaksi kimia dalam sistem biologis. Enzim memiliki daya katalitik yang tinggi. Enzim mampu meningkatkan kecepatan reaksi hingga satu juta kali lebih cepat dibanding reaksi-reaksi tanpa enzim. Molekul enzim juga memiliki tingkat spesifitas tertentu terhadap substrat dari reaksi yang dikatalisisnya (Stryer, 1988).

Enzim papain merupakan enzim proteolitik yang mampu menghidrolisis protein menjadi asam-asam amino atau peptida-peptida. Enzim ini terdiri dari 187 residu asamamino dan memiliki berat molekul 21000 (Darwis dan Sukara, 1990). Enzim papain memiliki gugus fungsional sulfidril dan mampu menghidrolisis ikatan peptida pada asam amino lisin dan glisin. Suhu optimum papain berkisar antara 50°C-65°C dan pH optimum antara 6-7 (Sumartha, 1990). Enzim papain terdapat pada pepaya.

Enzim bromelin adalah enzim proteolitik yang berasal dari buah nanas. Enzim bromelin termasuk kelompok enzim protease sulfidril yang artinya memiliki residu sulfidril pada lokasi aktifnya. Sebagai enzim proteolitik mampu memecah protein menjadi asam-asam amino. Semakin masak buah nanas, maka enzim bromelin dalam buah tersebut makin kurang (Hamidi, 2008). Enzim bromelin dapat diaktifkan oleh sistein dan KCN. Penghambatan oleh HgCl₂ dapat diaktifkan kembali dengan penambahan sistein, karena akan kembali menjadi senyawa pereduksi yang memiliki gugus sulfidril pada lokasi aktifnya (Reed, 1986).

Kecepatan reaksi enzimatik pada umumnya tergantung pada konsentrasi substrat, semakin tinggi konsentrasi substrat, reaksi enzimatik semakin cepat sampai pada suatu saat menjadi konstan. Pada saat itu kecepatan reaksi mencapai maksimum (Winarno, 1992). Tujuan penelitian mengetahui kombinasi perlakuan

terbaik antara proporsi bubur pepaya dan nanas dengan waktu hidrolisis terhadap kualitas kecap yang disukai oleh panelis.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan untuk proses pembuatan kerang merah adalah buah pepaya, buah nanas, kerang darah, kunyit, lengkuas, bawang putih, daun salam, gula merah, pekak dan garam. Bahan analisis akuades, larutan Lowry, kertas saring, larutan standar protein.

Alat yang digunakan untuk penelitian timbangan analitik, kompor gas, panci, gelas ukur, waskom, sendok, pisau, sendok, beaker glass, erlenmeyer, pipet tetes, sentrifus, termometer, inkubator, viskosimeter dan spektrofotometer.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial dengan 2 faktor dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama proporsi bubur pepaya dan nanas 3 level: 1;0, 1:1 dan 0:1, faktor kedua waktu hidrolisis 3 level: 4, 6 dan 8 hari. Parameter yang diamati pada penelitian ini antara lain protein terlarut, total padatan terlarut (Sudarmadji dkk., 2007), viskositas (Yuwono dan Susanto (2001), organoleptik (rasa, aroma dan kekentalan, Rahayu, 2001).

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan berat daging kerang darah 100 g, konsentrasi gula merah 7,5% (b/v), garam 20% (b/b), jumlah bubur buah 50% (b/b), bumbu (kunyit, lengkuas, bawang putih) 2,5%, pekak 0,1%, air 100 ml, waktu penghancuran 3 menit, waktu pendidihan 5 menit, suhu hidrolisis 55°C dan waktu perebusan kerang darah 15 menit.

Buah pepaya muda yang segar dikupas, dibuang bijinya, dicuci dan ditiriskan, dihancurkan dengan penambahan air sebanyak 10 ml dengan blender. Buah nanas muda yang segar dikupas, dicuci, ditiriskan, dipotong-potong dan dihancurkan dengan blender. Kemudian kerang disortasi, dicuci, ditiriskan dan direbus selama 15 menit, didinginkan, dikupas, dicuci, ditiriskan, ditimbang 100 gram kemudian dihancurkan dengan blender. Bubur kerang darah ditambah dengan bubur buah sesuai perlakuan, ditambah garam kemudian dimasukkan dalam wadah tertutup, dihidrolisis sesuai waktu perlakuan. Selesai hidrolisis bubur kerang disaring dengan kain saring. Bumbu dihaluskan dan ditambah air sebanyak 100 ml kemudian disaring,

filtratnya ditambahkan pada karamel gula merah dan filtrat kerang, Selanjutnya dididihkan selama 5 menit, disaring dan dididihkan kembali selama 5 menit, didinginkan, dan disimpan dalam botol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indonesia yang merupakan Negara kepulauan hampir dua per tiga wilayah berupa lautan mempunyai potensi besar untuk dikembangkan. Kekayaan laut yang besar, diantaranya adalah berbagai jenis ikan, udang-udangan, kerang-kerangan, dan alga uniseluler maupun multiseluler, dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan dan energi yang berlimpah. Kerang mempunyai kandungan protein yang cukup besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total nitrogen didapatkan 10,50% dan nitrogen terlarut 7% (Tabel 1). Pada penelitian ini dihasilkan aktivitas enzim bubur pepaya paling kecil diikuti oleh aktivitas enzim bubur nanas dan paling besar aktivitas campuran bubur pepaya dan nanas. Hal ini disebabkan adanya sinergisme enzim yang menyebabkan kenaikan aktivitas enzim yang dimilikinya (Tabel 2).

Tabel 1. Hasil analisis daging kerang darah (dalam 100 gram bahan)

Komposisi	%
Total nitrogen	10,50
Nitrogen terlarut	7,00

Tabel 2. Hasil analisis aktivitas enzim pada bubur papaya dan bubur nanas

Komponen	Proporsi	Aktivitas enzim (mg asam amino/jam)
Bubur pepaya	0:1	150,78
Bubur nanas	1:0	152,23
Bubur pepaya dan nanas	1:1	178,83

Tabel 3. Hasil analisis kimiawi dan fisik kecap kerang darah.

Proporsi bubur pepaya dan nanas	Lama hidrolisis (jam)	Nitrogen terlarut (%)	Total padatan terlarut, (%)	Viskositas (cp)
1:0	4	2,83 ^a	20,200 ^a	1,043 ^a
	6	2,89 ^a	20,967 ^b	1,065 ^a
	8	3,18 ^b	26,233 ^c	1,146 ^{bc}
1:1	4	3,30 ^b	25,833 ^b	1,185 ^c
	6	3,67 ^c	27,433 ^d	1,228 ^{cd}
	8	3,82 ^c	27,833 ^d	1,251 ^d
0:1	4	3,27 ^b	25,167 ^b	1,113 ^b
	6	3,56 ^c	26,567 ^c	1,207 ^{cd}
	8	3,74 ^c	27,500 ^d	1,233 ^d

Keterangan : Nilai rerata yang didampingi huruf yang berbeda menyatakan terdapat perbedaan yang nyata ($p \leq 0,050$).

Protein terlarut

Semakin lama hidrolisis pada berbagai bubur buah (enzim), kadar nitrogen terlarut semakin besar. Hal ini disebabkan daya kerja enzim untuk mengkatalisis substrat menjadi lebih lama, menyebabkan hasil katalisisnya lebih banyak. Hal itu menunjukkan bahwa protein kompleks mengalami proteolisis oleh enzim protease menjadi fraksi-fraksi peptida yang lebih pendek dan asam-asam amino, sehingga meningkatkan kadar protein terlarut.

Semakin lama hidrolisis dengan menggunakan bubur pepaya atau bubur nanas saja protein terlarut semakin besar, tetapi dengan menggunakan bubur nanas saja protein terlarut lebih besar dibandingkan dengan menggunakan bubur pepaya saja. Hal ini disebabkan aktivitas enzim yang berbeda untuk menghidrolisis substrat yang sama. Enzim papain bekerja lebih aktif pada protein nabati, sedangkan enzim bromelin lebih aktif pada protein hewani. Papain relatif tahan terhadap panas dibandingkan dengan enzim proteolitik lainnya seperti bromelin dan lisin. Enzim papain lebih tahan terhadap suhu tinggi dibandingkan dengan enzim bromelin. Hal ini menyebabkan kadar protein pada penggunaan bubur pepaya lebih sedikit dibandingkan dengan menggunakan bubur nanas (Taqwdasbrilliani dan Bergas, 2013). Selain itu berbedanya kadar protein juga disebabkan oleh denaturasi. Denaturasi artinya suatu perubahan struktur yang dapat mengakibatkan kehilangan konformasi aslinya. Denaturasi disebabkan oleh panas yang berlebih (Campbell dan Neil, 2002). dan sukrosa maka semakin besar pula kadar gula reduksi yang dihasilkan.

Pada penggunaan campuran bubur pepaya dan bubur nanas pada berbagai waktu hidrolisis, kadar protein terlarut paling besar dibandingkan pada penggunaan bubur pepaya atau bubur nanas saja. Hal ini disebabkan terjadinya sinergisme antara enzim papain dan enzim bromelin, aktivitas enzim bertambah besar dalam menghidrolisis substrat yang sama, sehingga kadar protein terlarut semakin besar. Adanya sinergisme enzim berarti sisi aktif enzim bertambah banyak, hidrolisis berlangsung lebih cepat pada substrat dan waktu yang sama (Reed, 1986). Hasil uji kadar protein didapatkan ada interaksi antara proporsi bubur pepaya dan bubur nanas dengan lama hidrolisis terhadap kadar protein terlarut kecap kerang darah.

Total padatan terlarut

Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi antara proporsi bubur pepaya dan bubur nanas dengan lama hidrolisis terhadap total padatan terlarut, semakin lama hidrolisis pada berbagai bubur buah (enzim), total padatan terlarut semakin

besar. Hal ini disebabkan hasil hidrolisat semakin baik terutama zat padat pada daging kerang darah, senyawa protein menjadi senyawa yang lebih sederhana dan bersifat larut. Pada penambahan bubur pepaya saja total padatan terlarut paling kecil, diikuti oleh penambahan bubur nanas saja dan paling besar pada penambahan bubur pepaya dan bubur nanas. Tersedianya peptida-peptida dan asam amino dalam larutan kecap menentukan total padatan terlarut dalam kecap tersebut. Menurut Zubaidah (1983), sampai batas tertentu kenaikan enzim akan menaikkan aktifitas enzim sampai akhirnya hasil hidrolisis menjadi konstan yang diikuti dengan peningkatan volume cairan hidrolisis.

Viskositas

Hasil analisis uji viskositas didapatkan ada interaksi antara proporsi bubur pepaya dan bubur nanas dengan lama hidrolisis terhadap viskositas kecap kerang darah, semakin lama hidrolisis pada berbagai bubur buah (enzim), viskositas kecap semakin besar. Hal ini disebabkan aktifitas enzim mempengaruhi viskositas hidrolisat yang dihasilkan. Semakin tinggi aktifitas enzim, viskositas hidrolisat yang dihasilkan semakin baik, karena protein terlarut yang dihasilkan juga semakin banyak. Pomeranz (1991) menyatakan bahwa konsentrasi protein mempengaruhi besarnya nilai viskositas, semakin besar nilai protein, maka semakin besar pula nilai viskositasnya. Pada penggunaan bubur pepaya saja bagai waktu hidrolisis, viskositas kecap paling kecil diikuti pada penggunaan bubur buah nanas dan viskositas paling besar pada penggunaan campuran bubur pepaya dan bubur nanas. Hal ini disebabkan kemampuan enzim berbeda-beda tergantung dari besarnya sisi aktif enzim untuk menghidrolisis protein kompleks menjadi protein yang lebih sederhana atau peptida-peptida, sehingga mempengaruhi viskositas kecap yang dihasilkan.

Makin banyak kadar komponen yang memiliki sisi aktif makin banyak banyak protein sederhana yang terbentuk, sehingga meningkatkan viskositas kecap (Hamidi, 2008).

Hasil analisis uji organoleptik

Tabel 3. Hasil analisis rasa, aroma dan kekentalan kecap kerang darah.

Proporsi bubur pepaya dan nanas	Lama hidroli sis (jam)	Total ranking rasa	Total ranking aroma	Total ranking viskositas
1:0	4	49	41	50,5
	6	59	47,7	60,5
	8	70	60	70
1:1	4	94	100	97

0:1	6	117,5	139,5	123,5
	8	166,5	208	154,3
	4	85,5	83	93,5
	6	114,5	133	120,5
	8	143,5	168,5	125

Rasa

Hasil pengujian organoleptik rasa didapatkan bahwa semakin lama hidrolisis pada berbagai macam bubur buah, nilai rasa kecap semakin meningkat. Hal ini disebabkan selain hidrolisis enzim yang memecah substrat menjadi senyawa terlarut. Kadar senyawa terlarut tersebut menentukan rasa kecap. Rasa kecap juga ditentukan oleh adanya penambahan bumbu dan gula merah yang digunakan. Hidrolisis dengan bubur pepaya saja untuk waktu yang sama, nilai rasa paling kecil diikuti oleh penggunaan bubur nanas saja dan paling besar pada penggunaan campuran bubur pepaya dan nanas. Hal ini disebabkan kemampuan enzim memecah protein kompleks menjadi menjadi peptida dan asam amino semakin banyak, sehingga rasa kecap semakin gurih.

Faktor yang berpengaruh terhadap kualitas rasa kecap yaitu kemampuan enzim yang memecah substrat menjadi senyawa terlarut (Koeswara, 1997, Rahayu dkk., 2005).

Aroma

Semakin lama hidrolisis pada berbagai bubur buah, semakin tinggi nilai aroma. Hal ini disebabkan semakin lama hidrolisis aroma yang dihasilkan semakin tajam, karena protein terlarut yang dihasilkan semakin banyak. Lamanya proses hidrolisis mempengaruhi aroma khas pada kecap. Semakin lama proses hidrolisis aroma semakin baik (Rahayu, 2005). Pada waktu hidrolisis yang sama dengan menggunakan bubur pepaya saja nilai aroma paling kecil, diikuti oleh penggunaan bubur nanas saja dan paling besar menggunakan campuran bubur pepaya dan nanas. Hal ini disebabkan aroma nanas lebih tajam dari aroma pepaya, dan campuran dari keduanya menghasilkan aroma yang lebih tajam.

Viskositas

Semakin lama hidrolisis pada berbagai bubur buah, semakin tinggi nilai kekentalan. Hal ini disebabkan semakin lama hidrolisis protein terlarut semakin banyak, sehingga kekentalan kecap semakin besar. Pada lama hidrolisis yang sama dengan menggunakan bubur pepaya saja, nilai kekentalan paling kecil diikuti

penggunaan bubur nanas dan paling besar penggunaan campuran bubur pepaya dan bubur nanas. Hal ini disebabkan kemampuan enzim yang ada pada buah berbeda-beda untuk menghidrolisis substrat yang sama, sehingga protein terlarut yang dihasilkan berbeda-beda pula. Arsyani (2008) menyatakan bahwa perbedaan kekentalan disebabkan penggunaan ekstrak buah yang bervariasi pada waktu yang sama.

KESIMPULAN

1. Terdapat interaksi antara perlakuan proporsi bubur pepaya:nanas dan lama hidrolisis terhadap kadar nitrogen terlarut, total padatan terlarut dan viskositas.
2. Hasil terbaik pada proporsi bubur pepaya:nanas 1:1 dan lama hidrolisis 8 hari, dengan hasil protein terlarut 3,82%, total padatan terlarut 27,833%, viskositas 1,251 cp, hasil uji organoleptik rasa 166,5, aroma 208 dan viskositas 154,3.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyani D.M., 2007, Eksperimen Pembuatan Kecap Manis dari Biji Turi dengan Bahan Ekstrak Nanas, Skripsi, UNES
- Campbell dan Neil, A., 2002, Pengaruh Enzim Papain dengan Konsentrasi yang Berbeda terhadap karakteristik Kimia Kecap Tutut, Jurnal Perikanan dan Kelautan, 3 (4): 209-220.
- Darwis, A.A. dan Sukara, E., 1990, Isolat, Purifikasi dan Karakterisasi Enzim, PAU Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hamidi, H., 2008, Pengaruh Enzim Bromelin pada Proses Pembuatan Kecap Keong Sawah terhadap Kadar Protein Kecap Keong Sawah, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Kasmidjo, RB., 1990, Tempe, Mikrobiologi dan Biokimia Pengolahan serta Pemanfaatannya, PAU Pangan dan Gizi, Yogyakarta,
- Koswara, S., 1997, Mengenal makanan tradisional, Buletin Teknologi dan Industri Pangan 8 (2): 1-6.
- Pomeranz, Y., 1991, Food Analysis, The Avi Publishing Company, Inc., Westport.
- Rahayu, A., Suranto dan Purwoko, T., 2005, Analisis Karbohidrat, Protein dan Lemak pada Pembuatan Kecap Lamtoro Gung (*Leucaenaleucocephala*) Terfermentasi *Aspergillusoryzae*, Bioteknologi 2(1): 14-20.
- Rahayu, P.W., 2001, Penentuan Praktikum Penilaian Organoleptik, Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pangan. IPB. Bogor.
- Reed, G., 1986, Enzyme Food Processing, Academic Press, New York.
- Stryer, L., 1988, Biochemistry, 3rd ed., W.H. Freeman and Company, New York.
- Sudarmadji, S. Haryono, Suhardi. 2007. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Sumartha, I.G., 1990, Oryza, XIV, 25, 10
- Taqwdasbrilliani dan Bargas, E., 2013, Pengaruh Kombinasi Enzim Papain dan Enzim Bromelin terhadap Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Ikan Kerapu

- Macan (Epinephelus Fuscoguttatus), Journal of Aquaculture Management and Technology, 2 (3): 76-85.
- Tranggono, Zuheed. N, Djoko. W, Murdijati. B, Merry, A. 1990. Bahan Tambahan Makanan Pangan dan Gizi. UGM. Yogyakarta.
- Wibowo, D., 1990, Teknologi Fermentasi, PAU pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Winarno, F.G. 1992. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia. Pustaka Umum. Jakarta.
- Yuwono, S.Y., dan Susanto, T., 2001, Pengujian Fisik Pangan, Unesa Press, Surabaya

KARAKTERISTIK ES KRIMSINBIOTIK KERING DARI UMBI GEMBILI
(*Dioscorea esculenta* L.)
Characteristic Dried Sinbiotic Ice Cream Used From Lesser Yam Tuber
*(*Dioscorea esculenta* L.)*

Sri Winarti¹⁾ dan Erwan Adi Saputro²⁾

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknologi Pangan, FTI, UPN "Veteran" Jawa Timur. Jl. Rungkut Madya, Surabaya, 60294. Telp. (031) 8782179

²⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia, FTI, UPN "Veteran" Jawa Timur. Jl. Rungkut Madya, Surabaya, 60294. Telp. (031) 8782179
mail : swin_tpupn@yahoo.com

ABSTRAK

Umbi uwi (*Dioscorea* spp.) merupakan salah satu jenis umbi yang banyak tumbuh di Indonesia dan memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi. Keanekaragaman uwi sangat banyak baik dilihat dari bentuk, ukuran, warna, maupun rasa umbinya. Terdapat lebih dari 600 spesies dari genus *Dioscorea* spp. tersebar di berbagai negara, termasuk Indonesia. Gembili (*Dioscorea esculenta* L.) merupakan suku *Dioscoreaceae* yang masih cukup luas penanamannya di pedesaan walaupun semakin terancam kelestariannya. Umbi gembili biasanya dikonsumsi dengan cara direbus dan mempunyai tekstur kenyal.

Dioscorea spp. mengandung inulin dengan kadar bervariasi antara 2,88%-14,77%, *Dioscorea esculenta* (gembili) memiliki kadar inulin paling tinggi yaitu 14,77% (Winarti *et al.*, 2011). Inulin memiliki kalori yang sangat rendah, dapat digunakan sebagai pengganti gula dan lemak, berfungsi sebagai prebiotik dan memberikan kontribusi untuk memperbaiki kondisi sistem pencernaan. Pada penelitian ini dilakukan inovasi produk olahan dari gembili yaitu es krim sinbiotik kering.

Tujuan penelitian adalah mengevaluasi sifat-sifat/karakteristik es krim sinbiotik kering dari umbi gembili dari perlakuan prosentase penambahan umbi gembili dan lama pengeringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa es krim sinbiotik kering yang paling disukai konsumen adalah pada perlakuan K2G3 (penambahan gembili 30% dan lama pengeringan 28 jam) dengan nilai rata-rata kesukaan 3,65 yang memiliki karakteristik sebagai berikut: overrun 57,89%, daya leleh 10,76%, total padatan terlarut 21,66%, rendemen kering 33,69%, daya larut 98,30%, kadar air 9,96% dan total BAL (bakteri asam laktat) 7,61 log cfu/g.

Kata kunci : es krim kering, *Dioscorea esculenta*, sinbiotik.

PENDAHULUAN

Salah satu produk pangan yang sedang berkembang saat ini adalah pangan fungsional, yaitu pangan yang memberikan efek yang menguntungkan bagi kesehatan disamping memenuhi kebutuhan nutrisi dasar. Salah satu contoh pangan fungsional adalah pangan yang mengandung bakteri probiotik dan pangan prebiotik.

Probiotik merupakan suplemen makanan berupa mikroba hidup yang memiliki pengaruh menguntungkan bagi kesehatan inangnya. Fungsi probiotik dalam meningkatkan kesehatan saluran pencernaan antara lain dapat meningkatkan keseimbangan mikroflora, menekan pertumbuhan bakteri patogen, mensintesis vitamin dan protein, membantu penyerapan zat gizi, mengatasi *maldigestion* terhadap laktosa, serta merangsang fungsi kekebalan tubuh (Pompei, *et.al.*, 2008).

Prebiotik merupakan komponen pangan yang tidak dapat dicerna dalam saluran pencernaan bagian atas dan dapat menstimulasi secara selektif pertumbuhan dan aktivitas bakteri yang menguntungkan di dalam saluran pencernaan, antara lain *bifidobacteria* dan *lactobacilli*, sehingga dapat meningkatkan kesehatan inang (*host*) (Gibson, 2004; Pompei *et al.*, 2008; Gaggia *et al.*, 2010). Salah satu prebiotik yang banyak digunakan dalam formulasi pangan adalah inulin. Umbi gembili mengandung inulin 14,77 % (db) (Winarti *et al.* 2011).

Produk pangan yang mengandung probiotik dan prebiotik disebut sinbiotik. Untuk meningkatkan tingkat konsumsi terhadap pangan yang mengandung bakteri

probiotik dan komponen prebiotik, maka diversifikasi terhadap produk ini perlu terus dikembangkan. Berbagai produk pangan sinbiotik dapat dikembangkan, antara lain es krim, yoghurt, yakult, minuman fermentasi dan kefir.

Es krim merupakan salah satu produk makanan yang sangat populer dan disukai masyarakat. Di antara produk-produk olahan susu yang dibekukan, es krim merupakan produk yang diproduksi dan dikonsumsi dalam jumlah yang besar. Selain memiliki rasa yang lezat, es krim juga memiliki nilai gizi yang cukup baik karena menggunakan susu sebagai bahan bakunya. Untuk meningkatkan daya simpan produk-produk basah seperti es krim, perlu dikembangkan es krim kering. Keunggulan es krim umbi gembili adalah selain mengandung komponen prebiotik inulin, kandungan kolesterol rendah, kadar serat tinggi dan memiliki warna alami yang aman.

Dalam penelitian ini, dipelajari cara pembuatan es krim sinbiotik dengan menggunakan susu fermentasi sebagai medium pembawa bakteri probiotik dan ekstrak gembili sebagai sumber prebiotik. Bakteri probiotik yang digunakan adalah *Bifidobacterium breve* BRL-131 dan *Lactobacillus casei* FNCC-90 yang telah terbukti memiliki aktivitas prebiotik terhadap inulin dari umbi gembili yaitu sebesar 1,071 pada *Bifidobacterium breve* BRL-131 dan 1,21 pada *Lactobacillus casei* FNCC-90 (Winarti, *etal.*2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat-sifat dan penerimaan konsumen terhadap es krim sinbiotik kering yang disubstitusi dengan umbi gembili dan lama pengeringan yang berbeda. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai acuan untuk pembuatan es krim sinbiotik kering yang dapat membantu meningkatkan kesehatan konsumen.

METODOLOGI

Bahan Penelitian

Umbi gembili (*Dioscorea esculenta* L.) yang diperoleh dari pasar tradisional, Surabaya, Jawa Timur. Bahan-bahan penunjang antara lain Na-pirofosfat untuk pemutih tepung, telur, tepung terigu, *whipping cream*, susu skim, gula, essence dan pewarna.

Bakteri probiotik yaitu *Bifidobakterium breve* BRL-131 dan *Lactobacillus casei* FNCC-90, yang diperoleh dari Food Nutrition Culture Colection Pusat Studi Pangan dan Gizi (PSPG), Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Media pertumbuhan bakteri

yaitu MRS (*Man Rogosa Soy protein*) cair dan agar untuk pertumbuhan *Bifidobacterium breve* BRL-131 dan *Lactobacillus casei* FNCC-90

Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian yang digunakan adalah *ice cream maker*, *autoclave*, *cabinet dryer*, sentrifuse, *shaker waterbath*, *mixer*, viskosimeter, pH meter, inkubator, *colony counter* dan perlengkapan untuk analisis mikrobiologi.

Peralatan untuk pengolahan umbi uwi meliputi mesin penggiling tepung (*disk mill*), alat pengering (*kabinet dryer*), alat pengemas (*sealer*), oven, blender, kompor dan alat-alat plastik.

Pembuatan es krim kering umbi gembili

Es krim adalah produk beku yang terbuat dari susu, dengan adanya inovasi es krim dapat dibuat dari umbi gembili. Es krim merupakan salah satu produk yang sangat strategis karena sangat populer dan disukai segala lapisan masyarakat.

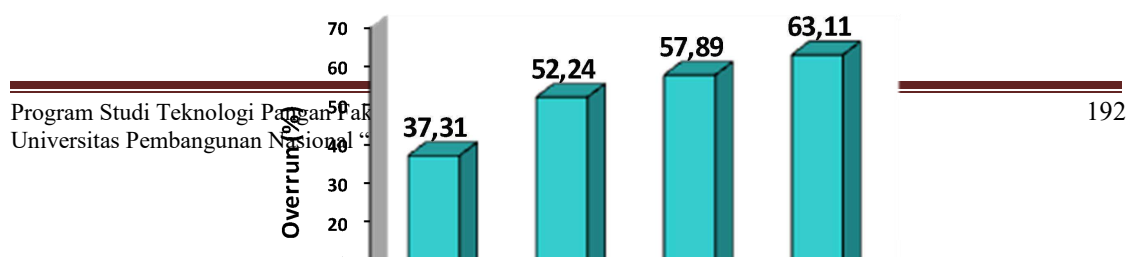
HASIL DAN PEMBAHASAN

KARAKTERISTIK ES KRIM SINBIOTIK UMBI GEMBILI

Overrun

Pengembangan es krim (*overrun*) didefinisikan sebagai kemampuan adonan mencapai tingkat pengembangan yang tinggi. *Overrun* memiliki peranan yang penting dalam industri es krim. Pada umumnya, es krim dijual berdasarkan satuan volume sehingga semakin tinggi *overrun* akan memberikan keuntungan yang lebih besar bagi produsen. *Overrun* terjadi melalui proses terperangkapnya udara pada adonan es krim. Adanya pemutaran pada adonan es krim dengan baling-baling menyebabkan udara dapat masuk pada adonan dan pendinginan menyebabkan pembekuan adonan sehingga udara yang terperangkap tidak dapat lepas. Jumlah total padatan yang tinggi mengandung banyak rantai pendek sehingga udara yang terperangkap dapat lebih banyak (Marshall dan Arbuckle, 2000).

Nilai *overrun* es krim sinbiotik dapat dilihat pada Gambar 4.1. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan umbi gembili berpengaruh nyata ($p \leq 0,5$) terhadap nilai *overrun* es krim sinbiotik umbi gembili yang dihasilkan. Semakin tinggi umbi gembili yang ditambahkan maka *overrun* es krim yang dihasilkan semakin meningkat, hal ini disebabkan karena udara yang terperangkap dapat tertahan oleh inulin yang bersifat sebagai hidrokoloid dalam adonan es krim.

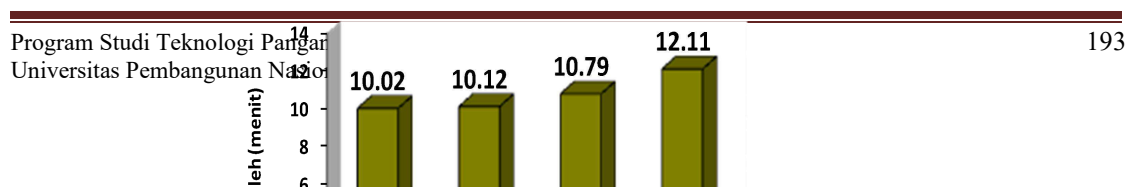


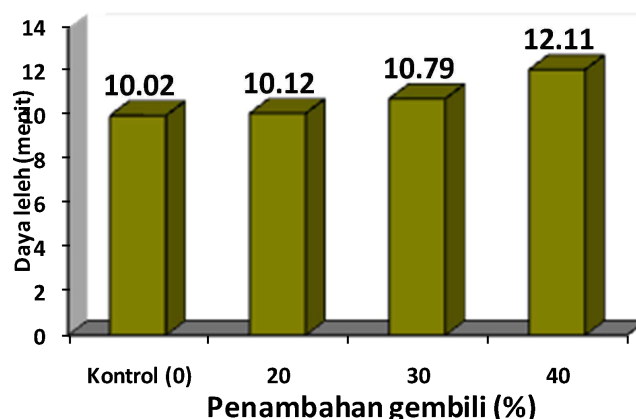
Gambar 4.1. Nilai overrun es krim sinbiotik dengan penambahan gembili yang berbeda
Keterangan : Huruf yang berbeda yang mengikuti pada histogram menunjukkan berbeda nyata ($p \leq 0,5$)

Menurut Arbuckle (1986), *overrun* terjadi melalui proses terperangkapnya udara pada rantai pendek protein, lemak, laktosa dan senyawa hidrokoloid yang ditambahkan dalam adonan es krim. Nilai *overrun* yang terlalu rendah mengakibatkan tekstur es krim menjadi terlalu keras sehingga dapat menurunkan palatabilitas. Nilai *overrun* yang baik untuk produk es krim berkisar antara 28% - 30% (Marshall dan Arbuckle, 2000). Menurut Arbuckle (1986), pengembangan adonan es krim dapat ditingkatkan dengan penggunaan suhu pengolahan yang tinggi dan proses penuaan (*aging*). Proses penuaan dapat menyebabkan terbukanya rantai pendek dalam adonan es krim sehingga membentuk matriks gel yang kompak yang mengakibatkan terjadinya peningkatan nilai *overrun*.

Daya Leleh

Daya leleh (kecepatan meleleh) adalah waktu yang dibutuhkan es krim sampai meleleh sempurna pada suhu ruang. Kecepatan meleleh es krim berkaitan erat dengan karakteristik bodi dan tekstur es krim. Bodi dan tekstur es krim ditentukan oleh padatan yang terkandung dalam adonan. Padatan tersebut dapat berasal dari gula, padatan susu tanpa lemak, protein, dan hidrokoloid. Semakin tinggi total padatan di dalam es krim maka daya lelehnya akan semakin tinggi. Daya leleh es krim sinbiotik yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.2. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa penambahan umbi gembili berpengaruh nyata ($p \leq 0,5$) terhadap daya leleh es krim yang dihasilkan. Pada Gambar 4.2. dapat dilihat bahwa semakin tinggi penambahan umbi gembili maka kecepatan meleleh (daya leleh) es krim sinbiotik semakin lama (semakin tidak mudah meleleh). Hal ini disebabkan karena semakin tinggi penambahan umbi gembili akan meningkatkan total padatan dalam adonan, sehingga akan terbentuk tekstur dan bodi yang kuat dan tidak mudah meleleh.



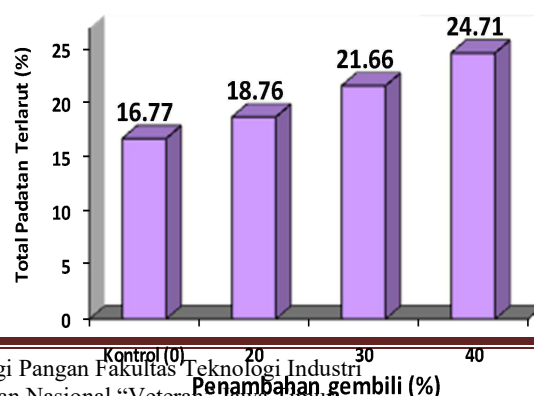


Gambar 4.2. Daya leleh es krim sinbiotik pada penambahan umbi gembili yang berbeda
Keterangan : Huruf yang berbeda yang mengikuti pada histogram menunjukkan berbeda nyata ($p \leq 0,5$)

Es krim yang bermutu baik adalah mudah mencair apabila dibiarkan pada kondisi suhu ruang selama 10-15 menit dan proses pencairan komponen harus berlangsung secara merata. Pencairan/daya leleh yang terlalu cepat juga tidak disukai konsumen. Pencairan yang tidak merata terlihat dari kekentalan, warna, atau tekstur lelehan yang tidak seragam (Susanti, 2005). Pada penelitian ini dihasilkan es krim dengan daya leleh antara 10,02-12,11 yang berarti bahwa es krim yang dihasilkan telah memenuhi kualitas es krim pada umumnya.

Total Padatan Terlarut

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa penambahan umbi gembili berpengaruh nyata ($p \leq 0,5$) terhadap total padatan terlarut es krim yang dihasilkan. Pada Gambar 4.3. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi umbi gembili yang ditambahkan dapat meningkatkan total padatan terlarut es krim sinbiotik yang dihasilkan. Hal ini karena semakin meningkatnya konsentrasi umbi gembili, menyebabkan kadar karbohidrat dan komponen lain pada es krim meningkat, sehingga total padatan terlarut es krim juga akan meningkat. Menurut Tessler (1994), kandungan total padatan terlarut pada suatu bahan meliputi protein, asam-asam organik, gula reduksi, gula non reduksi, karbohidrat dan pektin.



Gambar 4.3. Total padatan terlarut es krim sinbiotik dengan penambahan umbi gembili yang berbeda
Keterangan : Huruf yang berbeda yang mengikuti pada histogram menunjukkan berbeda nyata ($p \leq 0,5$)

Hal ini didukung pendapat Winarti, *et al.* (2013), umbi gembili mengandung karbohidrat yang cukup tinggi sekitar 78-86% sehingga berkontribusi terhadap peningkatan total padatan terlarut pada es krim sinbiotik yang dihasilkan.

Rendemen Es Krim Kering

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa penambahan umbi gembili dan lama pengeringan berpengaruh nyata ($p \leq 0,5$) terhadap rendemen es krim kering yang dihasilkan, namun tidak terdapat interaksi antar perlakuan. Pengaruh suhu pengeringan dan penambahan umbi gembili terhadap rendemen es krim sinbiotik kering dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh penambahan umbi gembili dan lama pengeringan terhadap nilai rata-rata rendemen es krim sinbiotik kering

Jumlah Gembili (%)	Rata-rata Rendemen (%)	Lama Pengeringan (Jam)	Rata-rata Rendemen (%)
0	31,76 ^d	20	34,78 ^a
20	32,64 ^c	24	34,14 ^b
30	34,18 ^b	28	33,83 ^c
40	35,92 ^a		

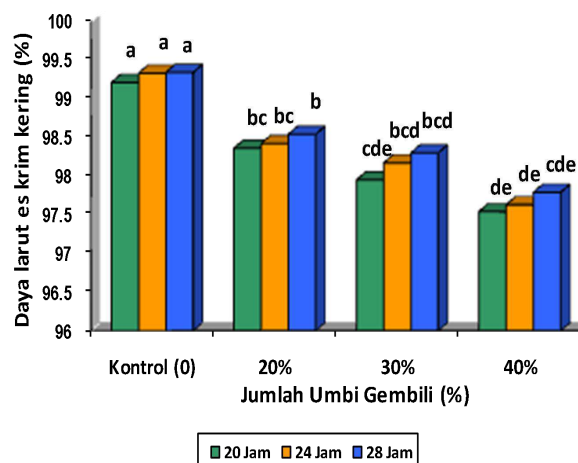
Keterangan : Huruf yang berbeda yang mengikuti pada histogram menunjukkan berbeda nyata ($p \leq 0,5$)

Semakin tinggi penambahan umbi gembili meningkatkan rendemen es krim kering, dan semakin lama pengeringan dapat menurunkan rendemen es krim kering. Hal ini disebabkan semakin banyak penambahan umbi gembili dapat meningkatkan total padatan terlarut, sehingga setelah pengeringan total padatan terlarut tersebut dapat menambah total berat kering es krim sinbiotik. Semakin lama pengeringan semakin banyak air dalam es krim yang dapat diuapkan sehingga mengurangi total berat kering es krim yang dihasilkan.

Semakin tinggi konsentrasi bahan pengisi (umbi gembili) dapat meningkatkan rendemen, hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi umbi gembili maka semakin banyak total padatan terlarut, sehingga semakin sedikit air dalam bahan yang dapat diuapkan pada proses pengeringan. Semakin sedikit air yang diuapkan maka semakin tinggi berat kering, sehingga rendemen es krim bubuk semakin besar (Kumalaningsih, 2004).

Daya Larut Es Krim Kering

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa penambahan umbi gembili dan lama pengeringan berpengaruh nyata ($p \leq 0,5$) terhadap daya larut es krim kering yang dihasilkan, dan terdapat interaksi diantara kedua perlakuan tersebut. Semakin tinggi penambahan umbi gembili dapat menurunkan daya larut es krim sinbiotik kering, sedangkan semakin lama pengeringan meningkatkan daya larut es krim sinbiotik kering (Gambar 4.5.). Hal ini disebabkan karena penambahan umbi gembili, yang komponen utamanya adalah karbohidrat dapat meningkatkan total padatan terlarut, sehingga menurunkan daya larut es krim kering. Sedangkan lama pengeringan menyebabkan banyak air yang dapat diuapkan, menyebabkan bahan kering yang dihasilkan bersifat higroskopis dan mudah larut dalam air.



Gambar 4.5. Daya Larut Es Krim Sinbiotik Kering

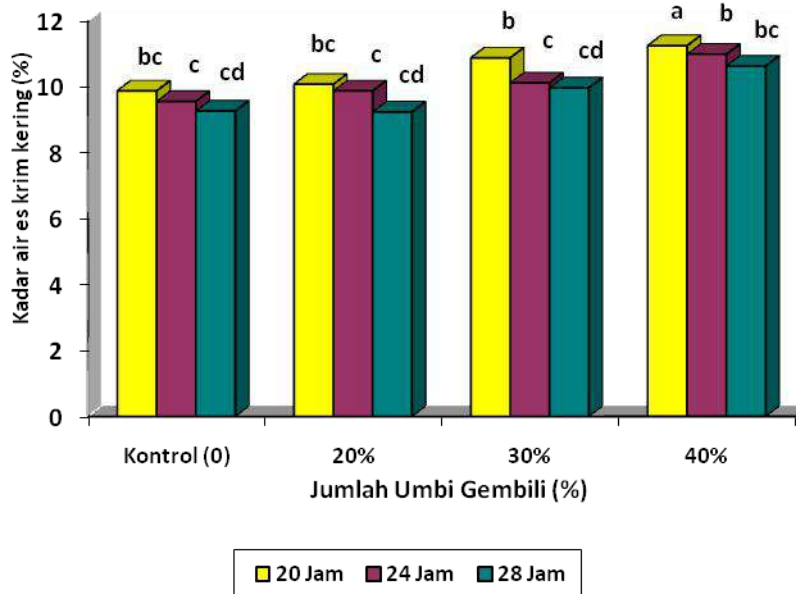
Keterangan : Huruf yang berbeda yang mengikuti pada histogram menunjukkan berbeda nyata ($p \leq 0,5$)

Kelarutan bahan kering penting untuk diketahui karena berhubungan dengan kemudahannya untuk berinteraksi dengan bahan-bahan lain dalam formulasi sebagai *ingredien* produk pangan. Menurut Janathan (2007), nilai kelarutan menunjukkan indikasi tingkat kemudahan suatu bahan untuk dapat larut dalam air. Nilai kelarutan yang tinggi mengindikasikan bahwa bahan lebih mudah larut dalam air dan sebaliknya. Hal ini disebabkan partikel-partikel yang tidak larut dalam air akan lebih sedikit yang didispersikan. Semakin tinggi nilai kelarutan, maka bahan bubuk yang dihasilkan akan semakin baik karena akan mempermudah dalam pembuatan produk olahan lainnya.

Kadar Air Es Krim Kering

Kadar air bahan kering merupakan salah satu parameter yang berhubungan erat dengan daya simpannya sebelum dimanfaatkan sebagai *ingredien* pangan, sehingga

kadar air inulin perlu diketahui. Pengaruh suhu pengeringan dan jumlah umbi gembili yang ditambahkan terhadap nilai rata-rata kadar air es krim sinbiotik kering dapat dilihat pada Gambar 4.6. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa penambahan umbi gembili dan lama pengeringan berpengaruh nyata ($p \leq 0,5$) terhadap kadar air es krim kering yang dihasilkan, dan terdapat interaksi antar kedua perlakuan.



Gambar 4.6. Kadar Air Es Krim Sinbiotik Kering

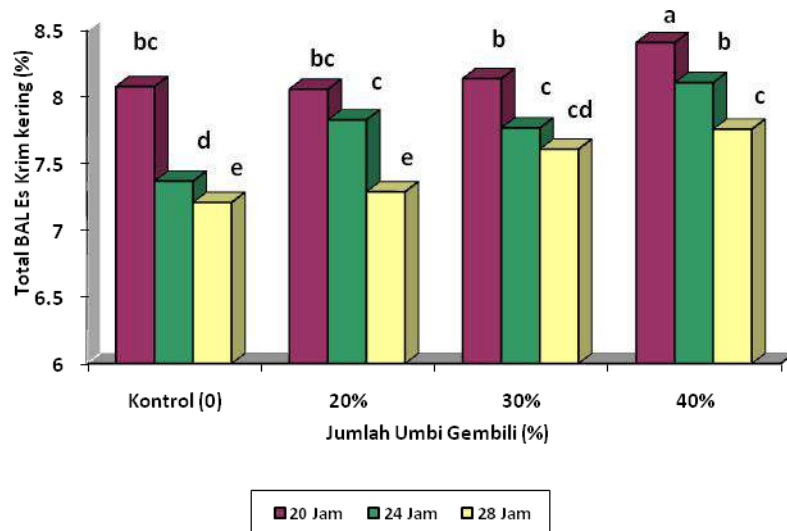
Keterangan : Huruf yang berbeda yang mengikuti pada histogram menunjukkan berbeda nyata ($p \leq 0,5$)

Semakin tinggi penambahan umbi gembili dan semakin lama pengeringan dapat menurunkan kadar air es krim sinbiotik kering (Gambar 4.6). Perbedaan kadar air pada es krim kering yang diperoleh disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah banyaknya gugus hidroksil (OH) yang terdapat pada komponen es krim. Semakin banyak gugus hidroksil yang terdapat pada komponen es krim pada rantai polimernya, semakin banyak air yang dapat diikat/diserab, karena gugus hidroksil (OH) bersifat polar (mudah menyerap air) (Arrizon *et al.*, 2010).

Total BAL (Bakteri Asam Laktat) Es Krim Kering

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa penambahan umbi gembili dan lama pengeringan berpengaruh nyata ($p \leq 0,5$) terhadap total bakteri asam laktat (BAL) es krim kering yang dihasilkan, dan terdapat interaksi antar perlakuan. Semakin tinggi penambahan umbi gembili dapat mempertahankan jumlah bakteri asam laktat selama pengeringan (Gambar 4.7). Hal ini disebabkan karena dalam umbi gembili mengandung inulin dan pati yang tinggi yang merupakan senyawa hidrokoloid. Senyawa hidrokoloid dapat memerangkap sel bakteri asam laktat yang ditambahkan

dalam es krim. Pada prinsipnya pembentukan gel hidrokoloid terjadi karena adanya pembentukan jala atau jaringan tiga dimensi oleh molekul primer yang terentang pada seluruh volume gel yang terbentuk dengan memerangkap sejumlah air di dalamnya. Terjadi ikatan silang pada polimer-polimer yang terdiri dari molekul rantai panjang dalam jumlah yang cukup maka akan terbentuk bangunan tiga dimensi yang kontinu sehingga molekul pelarut akan terjebak diantaranya, terjadi immobilisasi molekul pelarut dan terbentuk struktur yang kaku dan tegar yang tahan terhadap gaya maupun tekanan tertentu. Gelatinisasi merupakan fenomena yang melibatkan penggabungan, atau terjadinya ikatan silang antar rantai-rantai polimer (Ronkart *et al*, 2010).



Gambar 4.7. Total BAL Es Krim Sinbiotik Kering
Keterangan : Huruf yang berbeda yang mengikuti pada histogram menunjukkan berbeda nyata ($p \leq 0,5$)

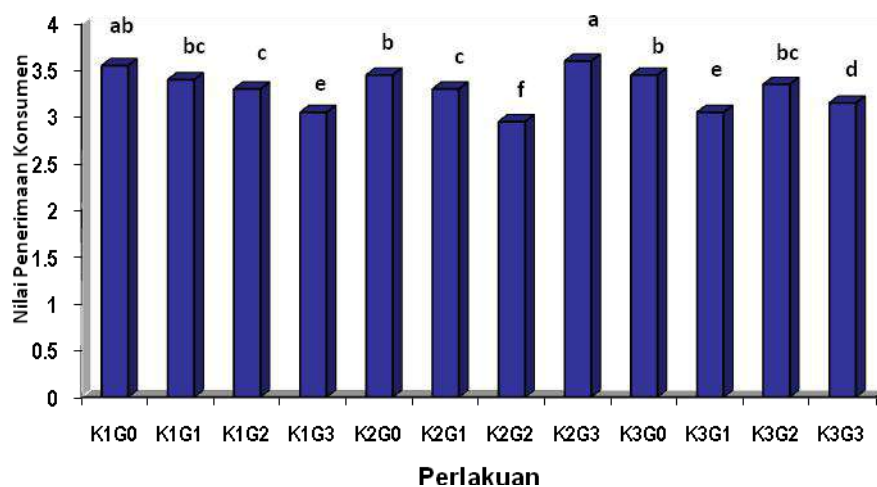
Total bakteri probiotik yang tinggi merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh pangan yang mengandung bakteri probiotik. Penghitungan total bakteri asam laktat probiotik dilakukan pada produk es krim yang baru saja dihasilkan. Menurut Tannock (1999), salah satu syarat produk probiotik adalah mengandung sel mikroba hidup sebesar $10^6 - 10^8$ CFU/ml. Oleh karena itu, produk es krim probiotik yang dihasilkan dapat memenuhi syarat produk probiotik.

Penerimaan Konsumen Es Krim Kering

Kualitas bahan pangan dapat diketahui dengan tiga cara yaitu kimiawi, fisik dan sensorik. Diterima tidaknya produk pangan oleh konsumen banyak ditentukan oleh faktor mutu terutama mutu organoleptik. Sifat organoleptik adalah sifat bahan yang dimulai dengan menggunakan indera manusia yaitu indera penglihatan, pembau dan

perasa. Sifat organoleptik es krim sibirotik yang diuji adalah penerimaan konsumen terhadap keseluruhan kualitas warna, rasa, aroma dan kelembutan.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa penambahan umbi gembili dan lama pengeringan berpengaruh nyata ($p \leq 0,5$) terhadap penerimaan konsumen es krim yang dihasilkan. Lama pengeringan dan jumlah umbi gembili terhadap kesukaan es krim sinbiotik dapat dilihat pada Gambar 4.8, yang menunjukkan bahwa es krim yang paling disukai konsumen adalah dari perlakuan penambahan umbi gembili 30% dan lama pengeringan 28 jam (K2G3).



Gambar 4.8. Kesukaan konsumen terhadap es krim sinbiotik kering

Keterangan : Huruf yang berbeda yang mengikuti pada histogram menunjukkan berbeda nyata ($p \leq 0,5$)

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa jumlah substitusi umbi gembili dan lama pengeringan berpengaruh terhadap kualitas es krim sinbiotik kering umbi gembili yang dihasilkan. Es krim sinbiotik kering umbi gembili yang paling disukai konsumen adalah perlakuan K2G3 (penambahan gembili 30% dan lama pengeringan 28 jam) dengan nilai rata-rata kesukaan 3,65 yang memiliki karakteristik sebagai berikut: overrun 57,89%, daya leleh 10,76%, total padatan terlarut 21,66%, rendemen kering 33,69%, daya larut 98,30%, kadar air 9,96% dan total BAL (bakteri asam laktat) 7,61 log cfu/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Arrizon, J., Morel, S., Gschaedler, A. dan Monsan, P. (2010). Comparison of the water-soluble carbohydrate composition and fructan structures of *Agave tequilana* plants of different ages. *Food Chemistry* **122**:123-130.
- Berghofer, E., Cramer, A., Schmidt, V., dan Veighl, M. (1993). *Pilot-scale production of inulin from chicory roots and its use in foodstuffs*. In. Inulin and Inulin-containing crops. Elsevier Science, Amsterdam.
- Gibson, G.R., Beatty, E.R., Wang X., dan Cummings J.H. (1995). Selective stimulation of *Bifidobacteria* in human colon by oligofructosa and inulin. *Gastroenterology*; **108**:975-982.
- Glibowski, P., dan Pikus, S. (2011). Amorphous and crystal inulin behavior in a water environment. *Carbohydrate Polymers*. **83**:635-639
- Hebette, C.L.M., Del Cour, J.A. dan Koch, M.H.J. (1998). Complex melting of semi crystalline chicory (*Cichorium intybus* L.) root inulin. *Carbohydrate Research*, **310**:1-2, 65-75.
- Huebner, J., Wehling, R.L. dan Hutkins, R.W. (2007). Functional activity of commercial prebiotics. *International Dairy Journal*. **17**:770-775.
- Kumalaningsih, S., Suprayogi dan Yudha, B. (2004). *Membuat Makanan Siap Saji*. PT Trubus Agrisarana, Jakarta.
- Oliviera, R.P.D.S., Perego, P., Oliveira, M.N.D. dan Converti, A. (2011). Effect of inulin as a prebiotic to improve growth and count of a probiotic cocktail in fermented skim milk. *Food Science and Technology* **44**: 520-523.
- Park, K.J., Toneli, J.T.C.L., Elisabeth, F. dan Martinelli, P. (2006). *Optimization of Physical Concentration Process for Inulin*. School of Food Engineering State University of Campinas (UNICAMP), Brazil.
- Pompei, A., Cordisco, L., Raimondi, S., Amaretti, A. dan Pagnoni, U.M. (2008). In vitro comparison of the prebiotic effect of two inulin-type fruktans. *Anaerob* **14**:280-286.
- Roberfroid, M.B. (2005). Introducing inulin-type fructans. *British Journal of Nutrition* **93**: Suppl.1, S13-S25.
- Ronkart, S.N., Paquot, M., Fougnes, C., Deroanne, C. dan Blecker, C.S. (2009). Effect of water uptake on amorphous inulin properties. *Food Hydrocoloids* **23**:922-927.
- Thuwapanichayanan, R., Prachayawarakofn, S. dan Soponronnarit, S. (2008). Drying characteristics and quality of banana foam mat. *Journal Food Engineering* **86**: 572-583.
- Toneli, J.T.C.L., Park, K.J., Ramalho, J.R.P., Murr, F.E.X. dan Fabbro, I.M.D. (2008). Rheological characterization of chicory root (*Cichorium intybus* L.) inulin solution. *Brazilian Journal of Chemical Engineering* **25**:03: 461-471.

- Wang, X., G.W. Yuan, Z. LiMing, X. PeiGen, Y. LiPing, L.Yi, L.KeFeng dan X.W.Guang. 2008.Study on the morphology, crystalline structure and thermal properties of yam starch acetates with different degrees of substitution. Sci China Ser B-Chem, Vol.51 no.9:859-865.
- Winarti, S.; Harmayani, E and Nurismanto, R. 2011. Karakteristik dan Profil Inulin Beberapa Jenis Uwi (*Dioscorea app.*). AGRITECH, Vol.31, No.4: 378-383
- Winarti, S., E.Harmayani and R.Nurismanto. 2011. Ekstraktion of Inulin From Various Yam Tuber (*Dioscorea spp.*), article will be presented in AFC (Asian Food Conference), Bangkok 15-19 June 2011.
- Winarti, S., Harmayani, E., Marsono, Y., dan Pranoto, Y. 2013. EFEK *FOAMING* PADA PENGERINGAN INULIN UMBI GEMBILI (*Dioscorea esculenta*) TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA DAN AKTIVITAS PREBIOTIK. AGRITECH, 33(4):311-319.
- Winarti, S., Harmayani, E., Marsono, Y., and Pranoto, Y. 2013. Effect of inulin isolated from lesser yam (*Dioscorea esculenta*) on the growth of probiotics bacteria and SCFA formation during fermentation. International Research Journal of Microbiology (IRJM), Vol 4(2): 53-63.
- Winarti, S., Harmayani, E., Marsono, Y., Pranoto, Y., Nishi, K., and Sugahara, T. 2014. Immunostimulatory and Prebiotic Activities of Inulin Extracted from Lesser Yam Tuber (*Dioscorea esculenta*). Bali International Seminar on Science and Technology (BISSTECH 2). UPNV Jatim and STIKOM Bali. Denpasar, 2-4 September 2014.
- Winarti, S., Harmayani, E., Marsono, Y., and Pranoto, Y. 2014. Quantification of Colonic Microbiota *Sprague Dawley* Rats with Diet Containing Lesser Yam Inulin by Florescent in Situ Hybridization (FISH) Method. International Convergence Food for a Quality Life. SEAFast CENTER and PATPI. Jakarta, 15-16 Oktober 2014.
- Yuwono, S.S dan Susanto, T., 2001. Pengujian Fisik Pangan. Universitas Brawijaya. Malang.

**SIFAT FISIKOKIMIA DAN ORGANOLEPTIK ROTI LABU KUNING
DENGAN PERLAKUAN SUBSTITUSI TEPUNG LABU KUNING (*Curcuhita sp.*)
DAN PENAMBAHAN CMC**

Rosida¹⁾, Rudi Nurismanto¹⁾ dan Astuti, R.D.²⁾

¹⁾ Pengajar jurusan Teknologi Pangan FTI UPN Veteran Jatim

²⁾ Alumni jurusan Teknologi Pangan FTI UPN Veteran Jatim

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi labu kuning dan penambahan CMC terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik roti tawar. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan 2 faktor dan 3 kali ulangan, Faktor I substitusi tepung labu kuning 10%; 20%; 30% dan faktor II penambahan CMC 0,5%; 1 %; dan 1,5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah pada perlakuan substitusi tepung labu kuning 20% (b/b) dan penambahan CMC 1,5% yang menghasilkan roti tawar dengan kriteria kadar air 32,543%, kadar protein 9,239%, kadar pati 28,593%, kadar β -karoten 170,790 mg/100g, kadar serat 3,881%, volume pengembangan 200,000%, jumlah pori 26,300/cm², tekstur 4,354, jumlah ranking kesukaan tekstur 120 ; warna 112; rasa 120,5.

Kata kunci : *roti, labu kuning, CMC*

PENDAHULUAN

Roti sudah dikenal sebagai makanan sehari-hari terutama golongan masyarakat umum. Hal ini dapat dibuktikan dengan semakin banyaknya berdiri industri roti baik dalam skala rumah tangga maupun industri menengah (Marleen, 2002). Menurut Mudjisihono (1993), roti tawar merupakan produk makanan yang dihasilkan dan proses pengadonan, fermentasi dan pemanggangan dari tepung terigu yang ditambah air, gula, garam, shortening dan yeast. Pengembangan volume roti tawar merupakan parameter yang penting dalam menentukan kualitas roti tawar, sehingga proses pengadonan, fermentasi dan pemanggangan yang menentukan berkembang tidaknya roti tawar tersebut.

Roti yang berkualitas baik, berwarna putih dan terdiri atas pori-pori yang merata dan penyebaran terjadi pada seluruh permukaan roti sehingga memberikan tekstur spons yang empuk dan merata diseluruh bagian roti tersebut. Kulit luar (bagian atas roti) yang berwarna coklat dan teksturnya keras disebabkan oleh reaksi pencoklatan yang disebut dengan reaksi Maillard, yang terjadi antara protein dan karbohidrat selama pemanasan (Sediaoetama, 1993).

Tepung terigu sangat dibutuhkan dalam pembuatan roti karena mengandung protein gluten. Protein dalam tepung terigu merupakan komponen yang penting dalam pembentukan adonan. Tepung terigu dapat membentuk adonan yang liat dan dapat menahan gas-gas selama fermentasi dan pemanggangan sehingga dihasilkan roti tawar yang mengembang dan ringan. Gluten sebagian besar terdiri dari protein (75- 80%), pati yang tidak tercuci (5-15%) dan lemak (5-10%). Gluten terbentuk dari gliadin dan glutenin yang mempunyai sifat lentur dan dapat direntangkan (Utami, 1992).

Gandum merupakan bahan dasar dari tepung terigu yang digunakan untuk pembuatan roti tawar. Gandum sampai saat ini masih diimport dari luar negeri. Salah satu cara untuk mengurangi kebutuhan tepung terigu pada pembuatan roti tawar yaitu dengan menggantikan sebagian atau seluruh tepung terigu dengan bahan tepung lain seperti tepung labu kuning.

Labu kuning merupakan salah satu komoditas pertanian yang banyak mengandung β -karoten atau pro-vitamin A yang sangat bermanfaat bagi kesehatan. Labu kuning juga mengandung zat gizi seperti protein, karbohidrat, beberapa mineral (seperti kalsium, fosfor, besi) serta beberapa vitamin, yaitu vitamin B dan C. Kandungan gizi labu kuning yang cukup lengkap dan harganya yang relatif murah, maka labu kuning ini merupakan sumber gizi yang sangat potensial untuk dikembangkan sebagai alternatif pangan masyarakat (Henny, 2003).

Labu kuning bersifat mudah rusak dan busuk sehingga perlu diolah menjadi suatu produk yang tahan lama disimpan, antara lain dibuat jadi tepung. Pembuatan tepung labu kuning akan menguntungkan karena pemanfaatannya menjadi lebih luas sebagai campuran makanan, disamping daya simpannya yang tinggi dan kerusakan provitamin A juga berkurang. Tepung labu kuning dapat dimanfaatkan untuk bahan campuran pada pembuatan berbagai aneka makanan (Hendrasti, 2003).

Permasalahan yang timbul dalam pembuatan roti tawar dari bahan baku campuran (tepung terigu dan tepung labu kuning) adalah kurangnya protein gluten dalam adonan akan berpengaruh terhadap keseimbangan pembentukan dan penahanan gas CO_2 selama fermentasi, serta mutu organoleptik roti tawar yang dihasilkan. Substitusi tepung terigu oleh tepung labu kuning menyebabkan jumlah gluten pada adonan menjadi berkurang. Hal ini menyebabkan penurunan kemampuan adonan dalam menahan gas CO_2 yang mengakibatkan terjadinya penurunan volume roti tawar sehingga perlu adanya penambahan bahan untuk memperbaiki tekstur. CMC merupakan salah satu stabilisator, memperpanjang masa simpan, penguat tepung, meningkatkan volume dan membantu proses pengolahan dalam adonan untuk meningkatkan kualitas roti yang dihasilkan.

Menurut Imeson (1999) CMC telah digunakan dalam pembuatan roti dan pastry seperti biskuit dan produk sejenis selama bertahun – tahun. CMC mempunyai fungsi sebagai pengental, stabilisator, memperpanjang masa simpan, penguat tepung, meningkatkan volume dan membantu proses pengolahan. CMC yang pertama diperkenalkan dalam industri roti, digunakan untuk mengontrol viskositas dalam campuran kue, lebih khususnya untuk mengurangi ketidak homogenan ketika menuangkan adonan dalam loyang. Penggunaan CMC pada kue juga memperbaiki adonan dengan campuran kismis, kristal buah, potongan coklat dan memberikan struktur yang lebih homogen. Selain itu CMC meningkatkan jumlah air dalam roti sekitar 10% selama penyimpanan 4-5 hari. Hal ini meningkatkan tekstur dan kelembutan adonan yang mempengaruhi mutu dan cita rasa roti. Perbaikan ini

menjadi terlihat setelah 3-5 hari dan merupakan hasil dari retensi air di lapisan dalam roti sehingga produk tidak kering.

Menurut hasil penelitian Suhartini (2006) pada pembuatan roti tawar penambahan gluten 4,5% dengan substitusi tepung terigu : tepung labu kuning (90:10) mendapatkan hasil yang terbaik yaitu memiliki kadar air 17,36%; kadar protein 15,41%; kadar pati 44,74%; kadar β -karoten 8,640 mg/100g; volume pengembangan 234,5%; ukuran pori 2,726 mm/cm²; tekstur 0,913 mm/gr.dt dengan uji organoleptik warna 5,45; rasa 205; dan tekstur 5,40. Sedangkan menurut Ria Julianti (2009) penambahan CMC 1,5% dengan perbandingan tepung terigu : tepung talas (90:10) mendapatkan hasil roti tawar yang terbaik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung terigu : tepung labu kuning dan penambahan CMC terhadap kualitas roti tawar yang dihasilkan. Pada penelitian ini diharapkan ada pengurangan penggunaan terigu yang masih import dengan tepung labu kuning sehingga perlu dicari berapa substitusi yang tepat antara tepung terigu dengan tepung labu kuning serta penambahan CMC untuk menghasilkan roti tawar yang bagus.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan baku dalam pembuatan roti tawar yaitu tepung terigu merek Kereta Kencana, labu kuning, gula, ragi (yeast), susu skim, mentega, telur, dan garam di dapatkan dari pasar Sopoyono Surabaya dan bahan-bahan kimia untuk analisa.

Alat yang digunakan untuk pembuatan roti tawar meliputi : panci, baskom, oven listrik, sendok, garpu, mesin pengaduk adonan, pisau, timbangan, gelas ukur, oven, loyang, penetrometer dan alat-alat gelas untuk analisa.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pola faktorial yang terdiri dari 2 faktor masing - masing terdiri dari 3 level dengan 3 kali ulangan. Faktor I: Substitusi tepung labu kuning (10, 20, dan 30%) sedangkan faktor II: Penambahan CMC (0,5, 1, dan 1,5%). Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA untuk mengetahui adanya perbedaan antar perlakuan, jika terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT (Gasperz, 1991).

Prosedur Penelitian

Persiapan bahan

Tahap persiapan dimulai dengan penimbangan bahan - bahan antara lain tepung terigu : tepung labu kuning = 90 : 10; 80 : 20; 70 : 30, gula pasir (5%), garam (1%), mentega (20%), air (70%), ragi roti (7%), dan susu skim (10%), kuning telur (8%)

Pencampuran I

Tahap pencampuran I dilakukan untuk mencampur terlebih dahulu untuk bahan-bahan seperti : tepung terigu, tepung labu kuning, gula pasir, air, mentega, ragi, kuning telur dan susu skim.

Pencampuran II

Setelah pencampuran pertama dilakukan kemudian dimasukkan penambahan CMC (0,5%; 1%; 1,5%) dalam adonan roti tersebut lalu diaduk sampai kalis atau homogen.

Pengadonan

Pengadonan dilakukan dengan kecepatan sedang selama 25 menit.

Fermentasi I

Fermentasi awal dilakukan di wadah baskom selama 40 menit dengan suhu kamar dalam kondisi wadah tertutup kain basah.

Penghilangan gas

Setelah fermentasi awal selesai dilakukan penghilangan gas dengan cara adonan diroll sampai tipis (gas tidak ada), proses ini dilakukan dengan waktu yang singkat.

Fermentasi II

Fermentasi ini dilakukan di dalam cetakan roti tawar sesuai dengan perlakuan lama fermentasi II 80 menit dengan suhu kamar dalam loyang dengan ke kondisi tertutup kain basah.

Pemanggangan

Pemanggangan merupakan tahap terakhir pembuatan roti tawar. Pemanggangan dilakukan pada suhu 180°C selama 20 menit. Pemanggangan ini bertujuan untuk mengembangkan adonan yaitu adanya kontak panas dengan gas karbondioksida dalam adonan. Pada pemanggangan adonan akan berubah warna menjadi kecoklatan.

Analisa produk

Roti tawar yang dihasilkan dilakukan analisis terhadap kadar protein, kadar β -karoten, kadar pati, kadar air, kadar serat, ukuran pori, volume pengembangan, tekstur, jumlah pori, dan uji organoleptik (warna, rasa, dan tekstur).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Tepung Labu Kuning

Komposisi kimia tepung labu kuning yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimi tepung labu kuning

No	Komponen	Tepung Labu Kuning
1	Kadar Pati (%)	21,74
2	Kadar Air (%)	16,43
3	Kadar β -karoten (mg/100g)	305,005
4	Kadar Protein (%)	4,968
5	Kadar Serat (%)	4,47

Hasil analisa menunjukkan bahwa tepung labu kuning, menunjukkan kadar patisebesar 21,74%, kadar air 16,43%, kadar protein 4,968%, kadar serat 4,47% dan kadar beta karoten sebesar 305,005mg/100g. Menurut Widowati (2001) pada tepung labu kuning mengandung kadar air 11,14% dan kadar protein 5,04% sedangkan menurut Suhartini (2006), berdasarkan hasil penelitian tepung labu kuning mengandung kadar air 10,291%, kadar pati 31,839% dan β -karoten 88,985 μ g/g. Hasil perbedaan analisa seperti kadar air dan kadar protein disebabkan karena adanya pengaruh perbedaan umur panen, varietas, atau cara pembuatan tepung. Kandungan β -karoten yang tinggi pada tepung labu kuning diharapkan dapat menghasilkan roti tawar yang mengandung provitamin A.

Sifat fisiko kimia roti tawar labu kuning

Kadar Pati

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC tidak berinteraksi nyata ($p \geq 0,05$) terhadap kadar pati roti tawar labu kuning. Nilai rata-rata kadar pati roti tawar dengan perlakuan substitusi tepung labu kuning dapat dilihat pada Tabel 2 dan perlakuan penambahan CMC pada Tabel 3.

Tabel 2. Kadar pati roti tawar dengan perlakuan substitusi tepung labu kuning

Substitusi Tepung Labu Kuning	Rata-Rata Kadar Pati (%)	Notasi	DMRT 5%
10	30,110	a	-

20	28,861	b	0,8393
30	27,924	c	0,8817

Keterangan : Nilai rata-rata yang disertai dengan huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata ($p \geq 0,05$).

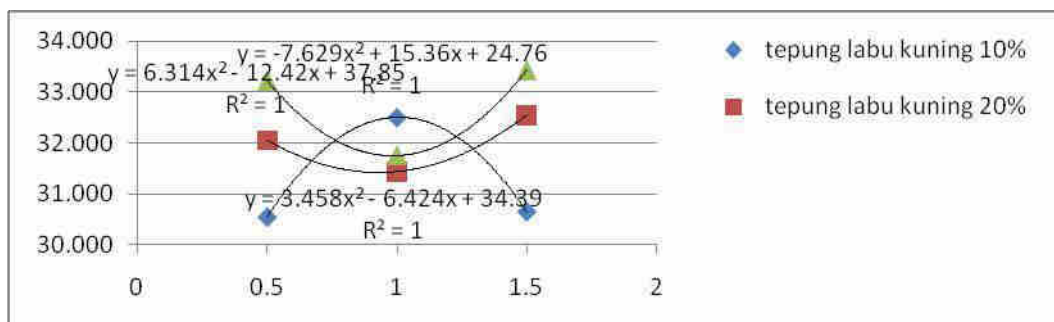
Tabel 3. Kadar patiroti tawar dengan perlakuan penambahan CMC

CMC %	Rata-Rata Kadar Pati (%)	Notasi
0,5	29,176	tn
1	29,102	tn
1,5	28,616	tn

Pada Tabel 2 terlihat bahwa substitusi tepung labu kuning yang semakin besar, maka akan menyebabkan kadar pati pada rotimenjadi menurun, hal ini disebabkan karena kadar pati pada tepung labu kuning lebih kecil, yaitu 21,74%.Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan CMC tidak menyebabkan perbedaan yang nyata terhadap kadarpati. Perlakuan penambahan CMCtidak mempengaruhi kadar pati roti tawar karena pada CMC tidak mengandung pati. CMC adalah suatu zat padat jenis ester selulosa, turunan dari selulosa. Zat yang berupa serbuk, butiran atau serat, berwarna putih, tidak berbau dan tidak beracun (Shanty 1998).

Kadar Air

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC terdapat interaksi yang berbeda nyata ($p \geq 0,05$) dan masing-masing perlakuan berpengaruh nyata terhadap kadar air. Hubungan antara perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMCterhadap kadar air roti tawar labu kuning dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC terhadap kadar air roti tawar.

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC maka semakin meningkat kadar air roti tawar. Meningkatnya kadar air pada penambahan CMC dikarenakan CMC mengandung

selulosa yang mampu mengikat air dan semakin tinggi substitusi tepung labu kuning dapat meningkatkan kadar air pada roti tawar. Suhardi dan Puji Mulya (1998) menyatakan semakin besar penambahan CMC ternyata semakin tinggi kadar airnya, hal tersebut karena bahan hidrokoloid bersifat hidrofilik dan mempunyai daya tarik terhadap air (Fardiaz, 1986).

Kadar Protein

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC tidak berinteraksi nyata ($p \geq 0,05$) terhadap kadar protein roti tawar labu kuning. Nilai rata-rata kadar protein roti tawar dengan perlakuan substitusi tepung labu kuning dapat dilihat pada Tabel 4 dan perlakuan penambahan CMC pada Tabel 5.

Tabel 4. Kadar protein roti tawar dengan perlakuan substitusi tepung labu kuning

Substitusi Tepung Labu Kuning	Rata-Rata Kadar Protein (%)	Notasi	DMRT 5%
10	9,671	a	-
20	9,431	b	0,2073
30	9,372	c	0,2178

Keterangan : Nilai rata-rata yang disertai dengan huruf yang berbeda Menyatakan perbedaan yang nyata ($p \geq 0,05$).

Tabel 5. Kadar protein roti tawar dengan perlakuan penambahan CMC

CMC %	Rata-Rata Kadar Protein (%)	Notasi
0,5	9,552	tn
1	9,457	tn
1,5	9,465	tn

Tabel 4. Menunjukkan meningkatnya substitusi tepung terigu akan meningkatkan kadar protein roti tawar. Namun sebaliknya, substitusi tepung labu kuning yang semakin besar, maka akan menyebabkan kadar protein pada roti menjadi menurun. Menurut Putera (2005), kadar protein tepung terigu yaitu 7-18% sehingga semakin tinggi substitusi tepung terigu akan meningkatkan kadar protein roti tawar labu kuning. Sedangkan perlakuan penambahan CMC tidak menyebabkan perbedaan yang nyata terhadap kadar protein (Tabel 5). Hal ini disebabkan CMC merupakan polisakarida (turunan selulosa dan tidak mengandung protein).

Kadar β -karoten

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi yang nyata ($p \geq 0,05$) antara perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC terhadap kadar β -karoten roti tawar labu kuning. Nilai rata-rata kadar β -karoten roti

tawar dengan perlakuan substitusi tepung labu kuning dapat dilihat pada Tabel 6 dan perlakuan penambahan CMC pada Tabel 7.

Tabel 6. Kadar β -karoten roti tawar dengan perlakuan substitusi tepung labu kuning

Substitusi Tepung Labu Kuning	Rata-Rata β -karoten (mg/100g)	Notasi	DMRT 5%
10	156,566	A	-
20	167,973	B	9,3841
30	190,228	C	9,8580

Keterangan : Nilai rata-rata yang disertai dengan huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata ($p \geq 0,05$).

Tabel 7. Kadar β -karoten roti tawar dengan perlakuan penambahan CMC

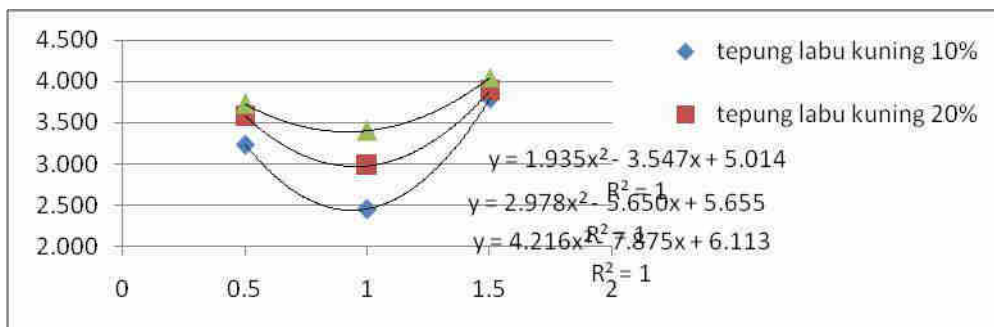
CMC %	Rata-Rata Kadar β -karoten (%)	Notasi
0,5	168,208	tn
1	171,520	tn
1,5	175,040	tn

Tabel 6 menunjukkan bahwa semakin meningkat substitusi tepung labu kuning maka nilai rata-rata kadar β -karoten semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena tepung labu kuning mempunyai kadar β -karoten yang tinggi (305,005 mg/100g). Menurut Suhartini (2006), berdasarkan hasil penelitian tepung labu kuning mengandung β -karoten 88,985 mg/100g. Perlakuan penambahan CMC tidak menyebabkan perbedaan yang nyata terhadap kadar β -karoten, namun semakin tinggi penambahan CMC dapat meningkatkan kadar β -karoten roti tawar labu kuning. Menurut Hariyadi (2000), karena CMC sebagai bahan penstabil yang mempunyai ikatan untuk melindungi karoten dari proses oksidasi oleh panas dan udara, dalam bentuk kering dimana vitamin A dan β -karoten terdispersi dalam bahan pelapis (gelatin, sukrosa, dan gum) sehingga terlindungi dari proses oksidasi.

Kadar Serat

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC berinteraksi nyata ($p \geq 0,05$) dan masing-masing perlakuan berpengaruh nyata terhadap kadar serat roti tawar labu kuning.

Hubungan perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC terhadap kadar serat roti tawar labu kuning dapat dilihat pada Gambar 4.

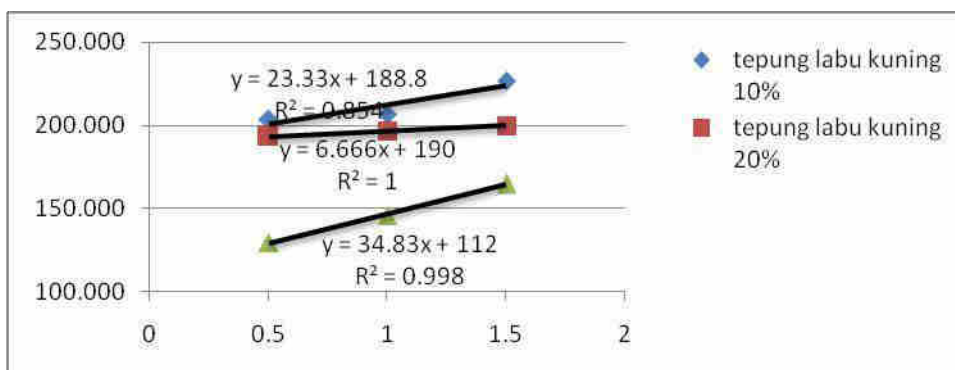


Gambar 4. Hubungan antara substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC terhadap kadar serat roti tawar labu kuning.

Gambar 4. Menunjukkan bahwa semakin tinggi substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC maka semakin meningkat kadar serat roti tawar. Hal ini disebabkan karena tepung labu kuning mempunyai kadar serat tinggi (4,47%) dan dengan penambahan CMC akan mempertahankan kadar serat karena CMC mengandung selulosa yang merupakan serat kasar komponen.

Volume Pengembangan

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC berinteraksi nyata ($p \geq 0,05$) dan masing-masing perlakuan berpengaruh nyata terhadap volume pengembangan roti tawar labu kuning. Hubungan perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC terhadap volume pengembangan roti tawar labu kuning dapat dilihat pada Gambar 5.



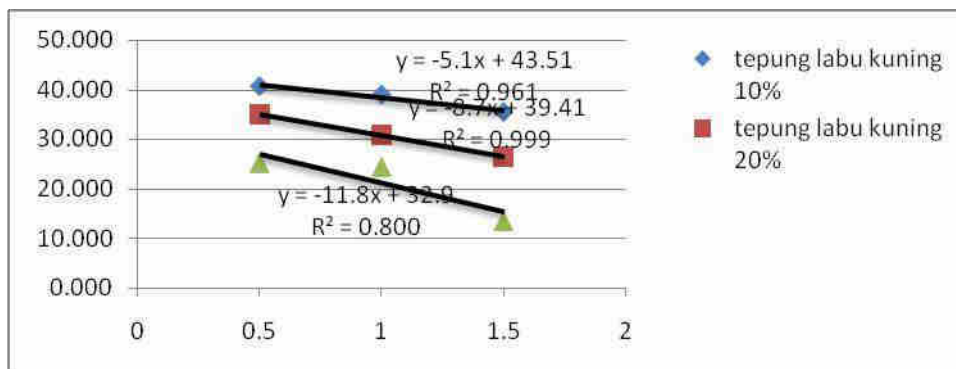
Gambar 5. Hubungan antara substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC terhadap volume pengembangan roti tawar labu kuning.

Gambar 5. Menunjukkan bahwa semakin rendah substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC semakin meningkat maka semakin meningkat volume pengembangan roti tawar. Semakin rendah substitusi tepung labu kuning atau semakin tinggi proporsi tepung terigu, volume roti tawar meningkat karena tepung

terigu mengandung gluten yang besar yang akan meningkatkan volume pengembangan roti tawar. CMC dapat meningkatkan volume pengembangan roti karena dengan adanya CMC maka partikel-partikel yang tersuspensi akan terperangkap dalam sistem tersebut atau tetap tinggal ditempatnya dan tidak mengendap oleh pengaruh gaya gravitasi (Potter, 1986)

Jumlah Pori

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC berinteraksi nyata ($p \geq 0,05$) dan masing-masing perlakuan berpengaruh nyata terhadap jumlah pori roti tawar labu kuning. Hubungan perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC terhadap jumlah pori roti tawar labu kuning dapat dilihat pada Gambar 6.



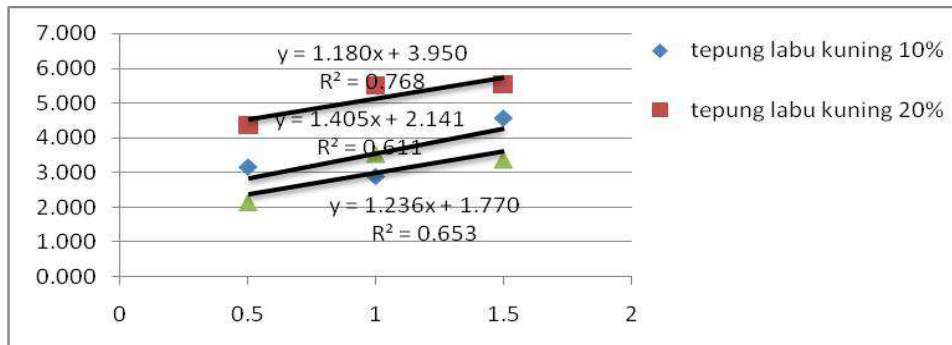
Gambar 6. Hubungan antara substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC terhadap jumlah pori roti tawar labu kuning.

Gambar 6. Menunjukkan bahwa semakin tinggi substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC maka semakin rendah ukuran pori roti tawar. Hal ini disebabkan karena dengan proporsi tepung terigu semakin banyak sehingga kandungan gluten dalam adonan semakin meningkat pada saat fermentasi jumlah gas yang dihasilkan semakin banyak sehingga jumlah pori-pori pada roti tawar akan semakin banyak. Protein tepung terigu mengandung protein jenis gluten yang cukup tinggi sehingga mampu membentuk jaringan tiga dimensi yang kohesif dan elastis (Hendrasty, 2003)

Tekstur

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC berinteraksi nyata ($p \geq 0,05$) dan masing-masing perlakuan berpengaruh nyata terhadap tekstur terhadap tekstur roti tawar labu kuning.

Hubungan antara perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC terhadap tekstur roti tawar labu kuning dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan antara substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC terhadap tekstur roti tawar labu kuning.

Gambar 7. Menunjukkan bahwa semakin rendah substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC meningkat maka semakin empuk tekstur roti tawar. *Carboxy Methyl Cellulose* adalah turunan dari selulosa dan sering dipakai dalam industri makanan untuk mendapatkan tekstur yang baik (Winarno, 1992).

Uji Organoleptik

Hasil uji ranking Friedman menunjukkan bahwa perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC berbeda nyata ($p \leq 0,05$) terhadap tingkat kesukaan warna, rasa dan tekstur roti tawar labu kuning. Jumlah raking uji Friedman pada warna, rasa dan tekstur roti tawar labu kuning dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Jumlah raking uji Friedman pada warna, rasa dan tekstur roti tawar dengan perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC

Perlakuan		Jumlah Ranking		
Substitusi Tepung Labu Kuning	CMC	warna	rasa	tekstur
10	0,5	106	91,5	102
	1	101,5	73,5	104,5
	1,5	108,5	88,5	103
20	0,5	105	92,5	92
	1	100	109	97,5
	1,5	112	120,5	120
30	0,5	103	100,5	86
	1	82,5	107	96
	1,5	87,5	117	99,5

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf berbeda berarti berbeda nyata

Pada Tabel 8, Menunjukkan bahwa substitusi tepung labu kuning memberikan tingkat kesukaan warna, rasa dan tektur yang berbeda pada panelis. Semakin rendah penambahan tepung labu kuning dan semakin tinggi tepung terigu

yang ditambahkan maka akan menghasilkan warna yang semakin terang yaitu putih agak kekuningan. Semakin rendah penambahan tepung labu kuning dan semakin tinggi tepung terigu yang ditambahkan maka akan menghasilkan rasa yang semakin gurih dan rasa labu kuning yang tidak begitu kuat sehingga semakin disukai oleh panelis. Semakin banyak tepung labu kuning yang ditambahkan dalam adonan akan mengurangi kandungan protein sehingga roti menjadi kurang lunak dan sebaliknya semakin sedikit tepung labu kuning yang ditambahkan dalam adonan maka roti yang dihasilkan tidak terlalu keras.

Hasil uji skoring terhadap warna roti tawar diperoleh pada perlakuan substitusi tepung labu kuning 20% dan penambahan CMC 1,5% merupakan perlakuan yang memiliki nilai kesukaan tertinggi terhadap warna (112), rasa (120,5) dan tekstur (120).

ANALISIS KEPUTUSAN

Berdasarkan hasil analisis keputusan roti tawar labu kuning yang memenuhi standart mutu roti tawar adalah dari kombinasi perlakuan substitusi tepung labu kuning 20% dan penambahan CMC 1,5% yang memiliki kadar air 33,4253%, kadar pati 33,45207%, kadar β -karoten 19,536 μ g/100g, kadar protein 9,8034%, kadar serat 4,04703%, volume pengembangan 226,6667%, ukuran pori 40,67/cm², tekstur (pneterometer) 0,8901 mm/gr.dt dan tingkat skoring warna 112, rasa 120,5, tekstur 120. Produk roti tawar labu kuning tersebut merupakan roti tawar yang disukai konsumen yang paling tinggi skoringnya serta dapat diterima oleh konsumen sehingga dapat memberikan keuntungan. Alternatif ini selanjutnya akan dilanjutkan dengan analisis finansial.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi yang nyata antara perlakuan substitusi tepung labu kuning dan penambahan CMC terhadap kadar air, kadar pati, kadar protein, kadar β -karoten, kadar serat, volume pengembangan, ukuran pori-pori, tekstur dan uji kesukaan warna, aroma, rasa dan tekstur roti tawar labu kuning.

Perlakuan terbaik adalah pada perlakuan substitusi tepung labu kuning (20%) dan penambahan CMC 1,5% (v/b), yang menghasilkan roti tawar labu kuning dengan kualitas fisikokimia yang baik dan disukai panelis dari segi warna, rasa dan tekstur.

DAFTAR PUSTAKA

- Fardiaz, S, 1994. **Pengantar Teknologi Pangan**. PT. Gramedia, Jakarta.
- Gasperz, Z.V. 1994. **Metode Perancangan Percobaan**. Penerbit Armico. Bandung.
- Hendrasti, H.K. 2003. **Tepung Labu Kuning**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Imeson Alan. 1999. **Thickening and Gelling Agents for Food**. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland.
- Marleen, H., 2002. **Efek Substitusi Tepung Terigu Oleh Tepung Campuran Kedelai dan Ubi Jalar Serta Penambahan Gliseril Monostearat Pada Pembuatan Roti Tawar**, Dalam Seminar Nasional PATPI Malang Hal. B29-B74.
- Mudjisihono, Joni, M., dan Zuheid, N., 1993. **Pengaruh Penambahan Tepung Kacang Hijau dan Gliserol Monostearat pada Tepung Jagung Terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik Roti Tawar**. BPTP Sukamandi.
- Suhardi, 1989. **Kimia dan Teknologi Protein**. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta.
- Utami, I.S., 1992. **Pengolahan Roti**. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. UGM, Yogyakarta.
- Winarno, F.G., 2002. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.